

**การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริม  
การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**



**การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา  
พฤษภาคม 2563  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร**

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริม การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 " เห็นสมควรรับ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษาของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วศ. ๑๗

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พัฒน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชา

พฤษภาคม 2563



## ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ ที่ปรึกษาและคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้ให้ คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนสำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยขอกราบ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเยี่ยม หัวหน้าภาควิชา คณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดพิษณุโลก นางกรรณิการ์ สุดชะ และ นางสาววันทนา อี๊กหาญผู้ศรัทธา ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนรัตนราษฎร์บำรุง จังหวัดราชบุรี ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ ในการค้นคว้า รวมทั้งเป็นผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้และสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จนทำให้การค้นคว้าอิสระครั้งนี้สมบูรณ์ และมีคุณค่า

ขอขอบพระคุณ นายวรรณชัย รั้งมี ผู้อำนวยการโรงเรียนรัตนราษฎร์บำรุง จังหวัดราชบุรี และนางสาววาสนา สุกใส ผู้ช่วยผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ โรงเรียนรัตนราษฎร์บำรุง จังหวัดราชบุรี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่งในการ เก็บข้อมูล รวมทั้งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนรัตนราษฎร์บำรุง จังหวัดราชบุรี ที่ให้ความร่วมมือในการค้นคว้าครั้งนี้เป็นอย่างดี

กราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติมิตร และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญ และ คอยส่งเสริมสนับสนุนในทุก ๆ ด้านเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษาทุกท่าน และขอใจเพื่อนนิสิต ปริญญาโทที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ติดตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการค้นคว้าฉบับนี้ ผู้วิจัยขออุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน หวังเป็นอย่างยิ่งว่าการค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ได้ต่อไป

ชาญณรงค์ เพ็ชรไทย

ชื่อเรื่อง	การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ผู้ศึกษาค้นคว้า	ชาญณรงค์ เพ็ชรไทย
ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562
คำสำคัญ	การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ การคำนวณพื้นที่

#### บทคัดย่อ

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นสมรรถนะที่จำเป็นในการใช้ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง แต่การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังอยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และเพื่อศึกษามผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 35 คน ของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในภาคตะวันตกภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ จำนวน 3 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า

#### ผลการวิจัยพบว่า

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ ครูควรออกแบบสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงและมีความน่าสนใจ เตรียมความพร้อมสำหรับการให้ความรู้หลากหลายวิชา และทบทวนความรู้ที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาสถานการณ์ในแต่ละกิจกรรม เน้นกระบวนการ

ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและกระบวนการคิดของนักเรียน ให้คำแนะนำสำหรับการปรับปรุงผลงานให้ชัดเจน และกระตุ้นให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันอย่างสม่ำเสมอ

2. นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้เรื่องคณิตศาสตร์ใน 2 ด้าน คือ ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ และด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ส่วนด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านนี้ในกิจกรรมแต่ไม่พบในแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์



**Title** ACTION RESEARCH FOR THE DEVELOPMENT OF LEARNING IMPLEMENTATION BASED ON STEM EDUCATION TO ENHANCE MATHEMATICAL LITERRACY IN THE TOPIC OF CALCULATING AREA FOR GRADE 9 STUDENTS

**Author** Channarong Phetthai

**Advisor** Assistant Professor Wanintorn Poonpaiboonpipat, Ph.D.

**Academic Paper** Independent Study M.Ed. in Mathematics Education, Naresuan University, 2019

**Keywords** STEM Education, Mathematical Literacy, Calculating Area

### Abstract

Mathematical Literacy is the necessary performance for applying knowledge to solve real-life situations. For Thai students, the competency of this skill is in low level. The purposes of this research were to study 1) the appropriate learning implementation based on stem education to enhance mathematical literacy and 2) the effects of learning implementation based on stem education on mathematical literacy in the topic of calculating area for grade 9 students. The study was conducted with 35 grade 9 students in the first semester of academic year 2019 at an extra-large school in the western of Thailand. The instruments used in this research were three lesson plans, reflective learning journals, worksheets, and mathematical literacy test. Data were analyzed by content analysis and checked for the trustworthiness by triangulation method.

The results showed that

1. The learning implementation based on STEM education in the topic of calculating area consists of 6 steps as follow: 1) problem identification 2) related information search 3) solution design 4) planning and development 5) testing, evaluation and design improvement 6) presentation. Furthermore, the teacher should emphasize on designing situations related to real-life as well as be interesting, preparing related knowledge for problem solving in each activity, focusing on the design process of

problem solving and thinking processes of students, giving suggestions for improvement and motivating students to participate in group activities.

2. Most students can formulate situations mathematically and employ mathematical concepts, facts, procedures. By contrast, students generally can reason, interpret, apply and evaluate mathematical outcomes as shown in the worksheets while it does not occur after learning as shown in mathematical literacy test.



## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
หลักสูตรรายวิชาคณิตศาสตร์เสริมทักษะ 5 โรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่พิเศษ แห่งหนึ่งในภาคตะวันตก.....	9
แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (STEM Education).....	11
การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy).....	22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	28
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	31
รูปแบบการวิจัย.....	31
ผู้เข้าร่วมวิจัย.....	33
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	33
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	45
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	47



## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	49
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง การ คำนวณพื้นที่ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 .....	49
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ด้วยตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 .....	75
5 บทสรุป.....	90
สรุปผลการวิจัย.....	90
อภิปรายผลการวิจัย.....	96
ข้อเสนอแนะ.....	102
บรรณานุกรม.....	104
ภาคผนวก.....	109
ประวัติผู้วิจัย.....	153

## สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงกำหนดสัญลักษณ์ของกระบวนการการรู้เรื่องคณิตศาสตร์.....	24
2	แสดงความสัมพันธ์การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์.....	26
3	แสดงจุดประสงค์ของการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	33
4	แสดงลำดับวงจรปฏิบัติการ แผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อกิจกรรม และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม.....	34
5	การวิเคราะห์สาระและมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของคณิตศาสตร์.....	35
6	การวิเคราะห์สาระและมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของวิทยาศาสตร์.....	36
7	การวิเคราะห์สาระและมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของงานอาชีพและเทคโนโลยี.....	37
8	แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ.....	39
9	แสดงความสัมพันธ์ของการสร้างและใช้แบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์.....	43
10	แสดงเกณฑ์วัดและประเมินผลกรู้เรื่องคณิตศาสตร์.....	44
11	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์และความสามารถการรู้เรื่องคณิตศาสตร์.....	45
12	สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาในวงจรปฏิบัติการที่ 1	58
13	สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาในวงจรปฏิบัติการที่ 2	67
14	สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาในวงจรปฏิบัติการที่ 3	73
15	แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แต่ละแบบจากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 1 .....	75
16	แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แต่ละแบบจากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 2 .....	79
17	แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แต่ละแบบจากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 3 .....	81

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
18 แสดงจำนวนนักเรียนตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาพื้นที่ จากสถานการณ์ที่ 1 (สวนสาธารณะ) .....	82
19 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากแบบวัดการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาพื้นที่ จากสถานการณ์ที่ 2 (ร้านไอศกรีม) .....	84
20 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากแบบวัดการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาพื้นที่ จากสถานการณ์ที่ 3 (การรั่วไหลของน้ำมัน) .....	86
21 เปรียบเทียบระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หลังการ จัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาพื้นที่ ทั้ง 3 สถานการณ์ .....	88
22 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ .....	111
23 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เรื่อง การ คำนวณพื้นที่ .....	115

## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 แสดงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม .....	18
2 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด .....	46
3 นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหากิจกรรม Dried grass รอบที่ 1 .....	55
4 นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหากิจกรรม Dried grass รอบที่ 2 .....	56
5 ขณะนักเรียนกำลังทำกิจกรรม ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา กิจกรรม Math Mobile .....	64
6 การดำเนินการแก้ปัญหา จากกิจกรรม Math Mobile .....	64
7 การทดลองความสมดุลของโมบาย .....	65
8 นักเรียนนำเสนอผลงานกิจกรรม Math Mobile .....	66
9 การดำเนินการแก้ปัญหา จากกิจกรรม Architect .....	71
10 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงโมเดลบ้าน .....	72
11 นักเรียนนำเสนอผลงานกิจกรรม Architect .....	72
12 แสดงการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์แบบ B จากใบกิจกรรมของ วงจรมปฏิบัติการที่ 1 .....	77
13 แสดงการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาแบบ A จาก ใบกิจกรรมของวงจรมปฏิบัติการที่ 1 .....	78
14 แสดงการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์แบบ B จากใบกิจกรรมของ วงจรมปฏิบัติการที่ 2 .....	80
15 แสดงการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาแบบ A จาก ใบกิจกรรมของวงจรมปฏิบัติการที่ 2 .....	80
16 แสดงการการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิง คณิตศาสตร์แบบ B โดยทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่าย เพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น .....	83
17 แสดงการการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทาง คณิตศาสตร์แบบ A โดยอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือ ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหา .....	83

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
18 แสดงการการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาแบบ A โดยนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา .....	85
19 แสดงการการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์แบบ A โดยอธิบายความสัมพันธ์ของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหา .....	85
20 แสดงการการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์แบบ B โดยทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่าย เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น .....	87
21 แสดงการการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาแบบ A โดยนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา .....	87

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีเป้าหมายที่เน้นผลลัพธ์ทั้งในแง่ของความรู้ในวิชาแกนและทักษะแห่งศตวรรษใหม่ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ทั้งที่โรงเรียน ที่ทำงาน และชุมชนต่างเห็นคุณค่า ความสำคัญของการเรียนรู้ (Bellanca & Brandt, 2010) อีกทั้งปัจจุบันกิจกรรมทางสังคมของมนุษย์มีความซับซ้อนมากขึ้นทำให้นักเรียนใช้ความรู้ ความคิด และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาและจัดการกับสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากอดีต การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้คณิตศาสตร์ที่เพียงพอ มีความสามารถและความชำนาญในการนำความรู้ ไปใช้ ตลอดจนพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สามารถจัดการกับสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างสมเหตุสมผล จึงเป็นเรื่องสำคัญยิ่ง ซึ่งในการดำเนินการดังกล่าว ผู้สอน จำเป็นต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์แห่งการพัฒนาความคิด ความเป็นเหตุเป็นผลที่ได้จากการเรียนรู้ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยามทางคณิตศาสตร์ รวมถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลายประการ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร และทักษะการคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาทักษะชีวิตของมนุษย์ ตลอดจนคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานของการพัฒนาศาสตร์สาขาอื่นในฐานะที่เป็นเครื่องมือในการคิด การทำงาน และการสร้างองค์ความรู้ที่นำไปสู่การประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลกใหม่สร้างสรรค์งานหรือนวัตกรรมที่ทรงคุณค่าต่อมวลมนุษยชาติ (อัมพร ม้าคนอง, 2557)

ในขณะที่โลกกำลังให้ความสำคัญกับคณิตศาสตร์และต้องการประชากรที่รู้เรื่องคณิตศาสตร์นักเรียนไทยกลับมีผลการเรียนรู้ที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง (TDRI, 2553) พิจารณาได้จากผลการประเมิน PISA 2015 ของประเทศไทย ด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนไทยร้อยละ 32.2 ตอบคำถามด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และร้อยละ 64.6 ตอบผิด ซึ่งการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของนักเรียนในการประยุกต์ใช้ความรู้จากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง (OECD, 2012) อีกทั้งมีผลการสำรวจเด็กและเยาวชนอายุ 14-18 ปี พบว่า นักเรียนไทยมีเวลาเรียนมากที่สุดในโลก แต่ไม่สามารถนำความรู้ใน

ห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ในการแก้สถานการณ์ชีวิตจริงได้ (สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้ และคุณภาพเยาวชน, 2557)

จะเห็นได้ว่าลักษณะของข้อสอบ PISA เป็นนำความรู้ไปประยุกต์เพื่อแก้ปัญหา สถานการณ์ชีวิตจริง ในการแก้ปัญหาดังกล่าวไม่อาจใช้วิชาใดวิชาหนึ่งมาเพื่อปัญหาได้ แต่ต้องนำ ความรู้หลากหลายวิชามาเชื่อมโยงบูรณาการกันเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ดังกล่าว หากพิจารณา ผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จะพบว่านักเรียนไทยยังมีการแก้ปัญหาอย่างไม่เป็นที่ น่าพึงพอใจ อาจกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในปัจจุบันยังคงมีช่องว่าง ระหว่างความรู้กับทักษะต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ในโรงเรียนกับความรู้และทักษะต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องใช้ ในชีวิตจริง (สุพรรณิ ชาญประเสริฐ, 2558) สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (2555) ที่กล่าวว่า ในโลกความเป็นจริงปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ไม่ได้จัดมาเป็นระเบียบหมวดหมู่หรือแยกเนื้อแยกเนื้อหาสาระมาให้ และไม่ค่อยมีปรากฏการณ์ใด ที่สามารถใช้ความรู้จากเนื้อหาสาระเดียวมาแก้ปัญหาได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่านักเรียนยังขาดการนำ ความรู้และวิชามาเชื่อมโยง บูรณาการเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง

ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 ระบุว่าคะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ ทั่วประเทศ มีค่าเฉลี่ยเป็น 26.30 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ถ้าพิจารณาแยกตามสาระ พบว่าสาระที่ 2 การวัด มีคะแนน เฉลี่ยเพียง 23.49 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560) นอกจากนี้ ผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้สอนคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ แห่งหนึ่งในภาคตะวันตก เป็นระยะเวลา 3 ปี พบปัญหาในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในสาระที่ 2 เรื่องการวัด ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คือ นักเรียนไม่สามารถแปลปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์เรื่องการคำนวณพื้นที่ นักเรียนไม่สามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา โจทย์ปัญหาการคำนวณพื้นที่ได้ และที่สำคัญนักเรียนไม่สามารถนำความรู้เรื่องการคำนวณพื้นที่ ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตหรือสถานการณ์จริงได้

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนวิถีของการเรียนรู้ใหม่เพื่อ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้ใหม่ที่จะ เกิดขึ้นต้องเน้นให้นักเรียนลงมือทำ (Learning by Doing) เพื่อให้เกิดทักษะโดยการลงมือทำเป็น ทีม แล้วร่วมกันไตร่ตรองว่าได้เรียนรู้อะไร และต้องการต่อยอดความรู้นั้นอย่างไร นอกจากนี้ยังต้อง มีการก้าวข้ามสาระวิชา ประเมินนักเรียนแนวใหม่ที่ไม่เน้นถูกผิดแต่เน้นการประเมินเป็นทีม

(วิจารณ์ พานิช, 2555, หน้า 9-28) สอดคล้องกับแนวทางการเรียนการสอนแบบบูรณาการ (Integrated Instruction) ที่เน้นการสอนเชื่อมโยงความรู้ ความคิดรวบยอด หรือทักษะเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้โดยองค์รวมทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย (สิริพัชร เจษฎาภิโรจน์, 2546, หน้า 13) ซึ่งแนวทางในการจัดการศึกษาที่เหมาะสมเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่สร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง นั่นคือ การจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งมีกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งมีขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2557) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ดร.พรพรรณ ไวย่างกูร ผู้อำนวยการ สสวท. ที่ว่า “แนวคิดในเรื่องสะเต็มศึกษานั้น เป็นกระบวนการเชิงระบบแบบวิทยาศาสตร์ ที่นำมาเชื่อมโยงในกระบวนการเรียนรู้ การสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงาน จากการศึกษา การแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ ซึ่งสามารถเตรียมความพร้อมสำหรับนักเรียน โดยนำสิ่งที่เรียนรู้ในระบบโรงเรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพได้” (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556: online) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจะช่วยเปิดโอกาสให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลก่อนการวางแผนแก้ปัญหาหรือการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์เรื่องการคำนวณพื้นที่ แล้วจะต้องดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้กฎเกณฑ์เกี่ยวกับการคำนวณพื้นที่ได้ ซึ่งเห็นได้จากงานวิจัยของ Han et al. (2014) ที่ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ผลจากการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น และมีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดในกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ และส่งผลทำให้ช่วยลดช่องว่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลงมาอีกด้วย เช่นเดียวกับ นางนุช เอกตระกูล (2558) ที่ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



(CPS) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนที่ได้รับการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการองค์ความรู้หลายสาขาวิชา ที่นำมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ด้วยหลักการและเหตุผลดังที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและสนใจที่จะนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ซึ่งมีกระบวนการ 3 ด้าน คือ 1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา 3. การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งเป็นงานวิจัยที่ดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการ PAOR มีลักษณะเป็นวงจรที่ต่อเนื่องกันเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป จนครบจำนวนวงจรปฏิบัติการที่กำหนด

#### คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรมีแนวทางจัดการเรียนรู้อย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้อย่างไร

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นของมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยตามแนวทางสะเต็มศึกษา

#### ขอบเขตของงานวิจัย

##### 1. ผู้เข้าร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในภาคตะวันตก ที่เรียนรายวิชา คณิตศาสตร์เสริมทักษะ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 35 คน

## 2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีเนื้อหา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ในรายวิชา ค20205 คณิตศาสตร์เสริม ทักษะ 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังต่อไปนี้

### สาระที่ 2 การวัด

#### มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

ค 2.2 ม.2/1 ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ การใช้ความรู้เกี่ยวกับการคำนวณพื้นที่ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

### 3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เวลาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง ดำเนินการทำวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

## นิยามศัพท์เฉพาะ

ในงานวิจัยครั้งนี้มีนิยามศัพท์เฉพาะ ดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) การจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีการบูรณาการองค์ความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ อย่างน้อย 2 วิชา เพื่อนำความรู้มาแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ โดยการหาแนวทางการแก้ไข หรือสร้างชิ้นงาน และมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่

### ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

### ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

นักเรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

### ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

นักเรียนประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

#### ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

#### ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

นักเรียนทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้ก็นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

#### ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

นักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

2. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ หลักการ เหตุผล และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งประเมินตามกระบวนการ 3 ด้าน ดังนี้

2.1 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยกระบวนการย่อย 3 ด้านได้แก่

2.1.1 ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง

2.1.2 ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น

2.1.3 แปลปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์

2.2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยกระบวนการย่อย 3 ด้านได้แก่

2.2.1 คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้

2.2.2 ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม

2.2.3 นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา

2.3 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยกระบวนการย่อย 3 ด้านได้แก่

2.3.1 ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง

2.3.2 ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิต

2.3.3 อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหา

ซึ่งในงานวิจัยนี้จะวัดและประเมินผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรม และแบบวัด  
การรู้เรื่องคณิตศาสตร์



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

#### 1. หลักสูตรรายวิชาคณิตศาสตร์เสริมทักษะ 5 โรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่พิเศษ แห่งหนึ่งในภาคตะวันตก

- 1.1 วิสัยทัศน์ พันธกิจ และกลยุทธ์
- 1.2 คำอธิบายรายวิชา ค20205 คณิตศาสตร์เสริมทักษะ 5
- 1.3 ผลการเรียนรู้รายวิชา ค20205 คณิตศาสตร์เสริมทักษะ 5

#### 2. แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (STEM Education)

- 2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
- 2.2 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- 2.3 รูปแบบบูรณาการการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- 2.4 กระบวนแก้ปัญหาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- 2.5 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

#### 3. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy)

- 3.1 นิยามและความหมายของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
- 3.2 กระบวนการทางคณิตศาสตร์การรู้เรื่องคณิตศาสตร์
- 3.3 การวัดและประเมินผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
- 3.4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษากับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 4.1 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้อง
- 4.2 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

## 1. หลักสูตรรายวิชาคณิตศาสตร์เสริมทักษะ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ในภาคตะวันตก

### 1.1 วิสัยทัศน์ พันธกิจ และกลยุทธ์ โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในภาค ตะวันตก

#### 1.1.1 วิสัยทัศน์

โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในภาคตะวันตก มุ่งพัฒนานักเรียน  
ให้เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ สู่สากล ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างสร้างสรรค์ ดำเนินชีวิตตาม  
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เป็นผู้มีความรู้และมีความรับผิดชอบอย่างยั่งยืน

#### 1.1.2 พันธกิจ

1.1.2.1 พัฒนาลักษณะนิสัยและกระบวนการจัดการเรียนรู้สู่สากล

1.1.2.2 พัฒนาผู้สอนและบุคลากรทางการศึกษาให้มีความรู้ ความสามารถ  
ในการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนให้เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ สู่  
สากลสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างสร้างสรรค์

1.1.2.3 พัฒนานักเรียนให้สามารถดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข  
ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เป็นผู้มีความรู้และมีความรับผิดชอบอย่างยั่งยืน

1.1.2.4 พัฒนาแหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน

1.1.2.5 จัดบริการทางการศึกษาและบริการชุมชน

#### 1.1.3 กลยุทธ์

1.1.3.1 พัฒนาลักษณะนิสัยและกระบวนการจัดการเรียนรู้  
สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้สู่สากลโดยร่วมมือของภาคี 4 ฝ่าย

1.1.3.2 พัฒนาผู้สอนและบุคลากรทางการศึกษาด้วยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้  
ให้มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศโดยนำองค์ภายนอกเข้ามา  
มีส่วนร่วม

1.1.3.3 พัฒนานักเรียนให้มีระเบียบวินัย มีคุณธรรม จริยธรรม ตามหลัก  
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นผู้มีความรู้และมีความรับผิดชอบอย่างยั่งยืน

1.1.3.4 พัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความสามารถตามหลักสูตรสถานศึกษา  
รวมทั้งการจัดการศึกษาตามอัธยาศัยอีกทางหนึ่ง

1.1.3.5 พัฒนาสื่อและแหล่งเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการ  
สื่อสาร

1.1.3.6 จัดบริการทางการศึกษาและบริการชุมชน

## 1.2 คำอธิบายรายวิชา ค20205 คณิตศาสตร์เสริมทักษะ 5

ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ เรื่องการคำนวณพื้นที่ โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) สำหรับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งใช้ความรู้วิชาคณิตศาสตร์ (Mathematics) วิทยาศาสตร์ (Science) และเทคโนโลยี (Technology) บูรณาการผ่านกระบวนการของวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ร่วมกันแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหา โดยขั้นตอนของสะเต็มศึกษามี 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน อีกทั้งศึกษาเกี่ยวกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ความสามารถในการนำความรู้ หลักการ เหตุผล และการประเมินผล ลัทธิทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ 3 ด้าน ดังนี้ 1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และ 3. การตีความและประเมินผลลัทธิทางคณิตศาสตร์

## 1.3 ผลการเรียนรู้รายวิชา ค20205 คณิตศาสตร์เสริมทักษะ 5

- 1.3.1 นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้
- 1.3.2 นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาของสะเต็มศึกษาได้
- 1.3.3 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการของสะเต็มศึกษาได้
- 1.3.4 นักเรียนสามารถคำนวณพื้นที่โดยคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ได้
- 1.3.5 นักเรียนสามารถคำนวณพื้นที่โดยใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้
- 1.3.6 นักเรียนสามารถคำนวณพื้นที่โดยตีความและประเมินผลลัทธิทางคณิตศาสตร์ได้

## 2. แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (STEM Education)

จุดเริ่มต้นของแนวคิด STEM มาจากสหรัฐอเมริกา ที่ประสบปัญหาเรื่อง ผลการทดสอบ PISA ของสหรัฐอเมริกา ที่ต่ำกว่าหลายประเทศและส่งผลต่อขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิศวกรรม รัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมการศึกษาโดยพัฒนา STEM ขึ้นมาเพื่อหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA ให้สูงขึ้น และจะเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 (พรทิพย์ ศิริภักทธาชัย, 2556, หน้า 49)

### 2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต

ชลาริป์ สมานิติโต (2557, หน้า 1) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ไว้ว่าเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่บูรณาการกลุ่มสาระและทักษะกระบวนการของทั้ง 4 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ โดยนำลักษณะธรรมชาติของแต่ละสาขาวิชาและกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนมาผสมผสานกันเพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกทั้งยังตอบสนองต่อการดำรงชีวิตอยู่ในยุคปัจจุบันและโลกอนาคต

พรทิพย์ ศิริภักทธาชัย (2556, หน้า 49) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557, หน้า 4) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ และขณะเดียวกันต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับการเรียนรู้ เนื้อหาด้วยพฤติกรรมเหล่านี้รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้



การสำรวจตรวจสอบการคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ

มนตรี จุฬาวัดมนตรี (2556, หน้า 16) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า คือวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่อนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษา ไปจนถึงอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยไม่เน้นเพียงการท่องจำสูตรเพียงอย่างเดียว แต่สะเต็มศึกษาจะฝึกให้นักเรียนรู้จักคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้นักเรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกันเพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริง

ศานิกานต์ เสนิงค์ (2556, หน้า 30) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ไว้ว่าเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและอาชีพ

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556, หน้า 15) อธิบายว่า สะเต็มศึกษาเป็นวิทยาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่นำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกันโดยผ่านการแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง

จากศึกษาความหมายของสะเต็มศึกษา สามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา คือการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นให้นักเรียนนำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น ส่งผลให้นักเรียนเห็นความสำคัญของความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นสิ่งสำคัญที่เป็นความรู้และทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิตเพื่อการประกอบอาชีพและพัฒนาประเทศในอนาคต

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียน โดยมีการบูรณาการองค์ความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ อย่างน้อย 2 วิชา เพื่อนำความรู้มาแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง โดยการหาแนวทางการแก้ไข หรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งใช้ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ของการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน

## 2.2 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2.2.1 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหาในชีวิตจริงและสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นพื้นฐาน

2.2.2 นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุขและมองเห็นเส้นทางการประกอบอาชีพในอนาคต

2.2.3 ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีสูงขึ้น

2.2.4 ผู้สอนสามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างมั่นใจ

2.2.5 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รูปแบบการจัดการศึกษาสะเต็มที่เชื่อมโยงกับกลุ่มสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพิ่มพูนโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในบริบทที่หลากหลาย มีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

2.3.6 ประเทศไทยจะมีกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ที่จะช่วยยกระดับรายได้ของชาติให้สูงกว่าระดับรายได้ปานกลางในอนาคต

จากการศึกษาข้อมูลจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อตอบสนองความต้องการของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งถือเป็นทรัพยากรสำคัญของการยกระดับความสามารถของประเทศในการแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะทางด้านความรู้ควบคู่ไปกับทักษะในการดำรงชีวิตที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตและการทำงานในอนาคตต่อไป

### 2.3 รูปแบบบูรณาการการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับดังนี้

#### 1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration)

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะแต่ละวิชาแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้คือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไป ที่ผู้สอนแต่ละวิชาจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

#### 2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration)

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาแยกกัน แต่มีข้อหลัก (theme) ที่ผู้สอนทุกวิชากำหนดร่วมกันและมีอ้างอิงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้น ๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว เช่น ถ้าผู้สอนแต่ละวิชากำหนดร่วมกันว่า จะให้กระต๊อบเป็นหัวข้อหลักในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้สอนเทคโนโลยีสามารถเริ่มแนะนำกระต๊อบได้ว่า กระต๊อบจัดเป็นเทคโนโลยีอย่างง่ายที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกหรือตอบสนองความต้องการที่จะเก็บความร้อนของข้าว ในขณะที่ผู้สอนวิทยาศาสตร์ยกตัวอย่างกระต๊อบเพื่อ

สอนเรื่องการถ่ายโอนความร้อน ผู้สอนคณิตศาสตร์สามารถใช้กระต๊อบข้าวสอนเรื่องรูปทรงและให้นักเรียนหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของกระต๊อบข้าวได้

### 3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration)

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชา ร่วมกัน โดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชา เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกัน โดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนเรื่องการถ่ายโอนความร้อนและอุณหภูมิความร้อน ผู้สอนกำหนดให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บความร้อนของกระต๊อบข้าว โดยขอให้ผู้สอนคณิตศาสตร์สอนเรื่องการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปทรงต่าง ๆ ก่อนให้นักเรียนเริ่มทำการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นเมื่อนักเรียนทดลองและเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้วให้นำข้อมูลจากการทดลองไปสร้างกราฟและตีความผลการทดลองในวิชาคณิตศาสตร์

### 4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Trans disciplinary Integration)

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้เชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยผู้สอนอาจกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของปัญหากว้าง ๆ แล้วให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหา ทั้งนี้ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษานั้น ผู้สอนต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน 3 ปัจจัยได้แก่ 1. ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ 2. ตัวชี้วัดในวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง 3. ความรู้เดิมของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือโครงงานเป็นฐาน (Problem/ Project-Based Learning) เป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ (Instructional Strategies) ที่มีแนวทางใกล้เคียงกับแนวทางการบูรณาการแบบสะเต็มศึกษา หากพิจารณาการใช้กระต๊อบข้าวเป็นหัวข้อหลักในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบข้ามสาขาวิชาโดยกำหนดกรอบปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา เช่น การใช้กระต๊อบข้าวในร้านอาหารที่มักมีการบรรจุข้าวในถุงพลาสติกก่อนบรรจุลงในกระต๊อบข้าว เพื่อป้องกันข้าวเหนียวติดค้างที่กระต๊อบซึ่งจะมีผลทำให้ทำความสะอาด และนักเรียนต้องออกแบบกระต๊อบข้าวหรือวิธีการที่จะทำให้กระต๊อบข้าวมีสมบัติลดการติดของข้าวเหนียวเพื่อลดการใช้ถุงพลาสติก หลังจากที่ผู้สอน

นำเสนอปัญหาดังกล่าวแล้ว นักเรียนต้องกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดและทักษะทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ในการวางแผนเพื่อพัฒนาและออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้อง กับสะเต็มศึกษานั้น Reeve (2013) ได้เสนอหลักสำคัญที่ควรคำนึงถึงดังนี้

1. กิจกรรมต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษา จุดมุ่งหมาย สาระสำคัญที่กำหนดให้นักเรียนในระดับชั้นนั้น ๆ ได้เรียนรู้และปฏิบัติ โดยการออกแบบกิจกรรมและ กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้นั้นควรเป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถทำได้จริง สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน รวมทั้งผู้สอนสามารถสอนและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้

2. การเลือกวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับสะเต็มศึกษานั้นที่นิยมใช้กันมากได้แก่ วิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-based learning) ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้อิงพื้นฐานคิดที่ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาแนวคิดหรือค้นคว้าหาคำตอบ ผ่านการทดลอง รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเอง โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยการความสะอาด ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรรรคนิยม ซึ่งวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะนั้น มีด้วยกันหลายวิธี เช่น การจัดการเรียนรู้แบบ 5E การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับบริบทวิทยาศาสตร์ศึกษานั้น จะเรียกวิธีการการเรียนรู้แบบสืบเสาะว่า การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) โดยให้ นักเรียนตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ส่วนด้านเทคโนโลยี ศึกษาหรือวิศวกรรมศาสตร์จะใช้กระบวนการสืบเสาะที่เรียกว่า การออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering design) หรือการออกแบบทางเทคโนโลยี (Technological design) ซึ่งกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นจะมีธรรมชาติของพื้นฐานแนวคิดที่ใช้ในการศึกษาลักษณะคล้ายกัน กล่าวคือมุ่งเน้นการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุมีผลส่งเสริมการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ รวมทั้งทักษะในการศึกษาหาความรู้และส่งเสริมการเรียนรู้แบบเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ส่วนความแตกต่างของรูปแบบดังกล่าวจะอยู่ที่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จะเน้นการศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อหาคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น ๆ แต่การออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์จะเน้นการแก้ปัญหาเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งประดิษฐ์ของมนุษย์ (Human-made world) โดยนำความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มาใช้ซึ่งขั้นตอนของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นมีความหลากหลายแตกต่างกันออกไป

3. ผู้สอนควรมีการประเมินผลนักเรียนอย่างสม่ำเสมอทั้งการประเมินระหว่างเรียน (Formative assessment) และการประเมินหลังเรียนหลังจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้หรือจบหลักสูตร เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนและปรับปรุงหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น โดยใช้วิธีการประเมินผลที่หลากหลาย เช่น การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน การสังเกต การใช้คำถาม เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ การเขียนอนุทิน เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการประเมิน ทั้งการประเมินตนเองและการประเมินโดยเพื่อน มีการให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงบวกเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

จาร์ส อินทลาภาพร และคณะ (2558, หน้า 64) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่

1. จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และท้าทายการคิดของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้

2. จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกทำโครงงานที่ตนเองสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจ มีการวางแผนในการทำโครงงานร่วมกัน โดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่ แล้วเขียนรายงาน และนำเสนอต่อสาธารณชน และนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน

จากการศึกษาข้อมูลรูปแบบบูรณาการการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาข้างต้น สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเห็นว่ารูปแบบในการบูรณาการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้น ควรมีการบูรณาการองค์ความรู้ เนื้อหาและฝึกทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ อย่างน้อย 2 วิชาด้วยกัน มาเชื่อมโยงและช่วยกันแก้ไขปัญหา โดยมีกระบวนการทางวิศวกรรมเป็นขั้นตอน เพื่อให้วิธีการหรือลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน ซึ่งปัญหาที่ใช้สำหรับกิจกรรมนั้นอาจเป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใกล้กับนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนรู้ถึงความจำเป็น ความสำคัญขององค์ความรู้แต่ละวิชาว่าสามารถนำไปประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

## 2.4 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

### ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

### ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

### ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

### ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

### ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้ก็นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

### ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป



ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ที่มา : <http://www.krusmart.com/stem-approach/>

Robert (2013 อ้างอิงใน สิริมา ปิยะเกตุกุล, 2557, หน้า 104-109) ได้เสนอ ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็น มี 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกสาระการเรียนรู้หลัก (Select Central Standards)

เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์หลักสูตร เลือกมาตรฐาน/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้หลักของหลักสูตรสะเต็มศึกษา เพื่อให้ได้ขอบเขตของสาระการเรียนรู้แกนกลางหรือเนื้อหาหลัก และตัวบ่งชี้ที่บ่งถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเมื่อผู้สอนเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้ สาระการเรียนรู้ของสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นหลักเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ให้นำสาขาวิชาที่เหลือทั้งสามเป็นสาระการเรียนรู้รอง เช่น เลือกเรื่องการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นหลัก ดังนั้น สาระการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีจะเป็นส่วนรอง

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงปัญหาชีวิตประจำวัน (Align with a Problem)

เป็นการเชื่อมโยงว่าสาระการเรียนรู้ เนื้อหาที่เลือกในขั้นที่ 1 สามารถอิงเข้ากับบริบทใด หรือปัญหาใดในสังคมได้บ้าง เช่น มลพิษสิ่งแวดล้อม ภัยพิบัติทางธรรมชาติ พลังงานทดแทน เป็นต้น

**ขั้นที่ 3 เลือกสาระการเรียนรู้รอง ที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลัก (Support Central Standards with Supplement Standards)**

เมื่อเลือกเนื้อหาหลักในขั้นที่ 1 และวิเคราะห์เชื่อมโยงกับปัญหาในขั้นที่ 2 ได้แล้วในขั้นที่ 3 นี้ผู้สอนจะต้องเลือกเนื้อหา ตัวบ่งชี้ สาระการเรียนรู้ในสาขาวิชาที่เลือกว่าจะมีสาระการเรียนรู้รองเรื่องใดที่ช่วยสนับสนุนให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้หลักที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1

**ขั้นที่ 4 จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมด (Instruct STEM Standards)**

ผู้สอนวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมดแล้วนำมาตั้งเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ต้องยึดสาระการเรียนรู้หลักที่ได้จากขั้นที่ 1 เป็นสำคัญ สำหรับสาระการเรียนรู้รองให้จัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจเนื้อหา สามารถนำเนื้อหาเหล่านี้ไปใช้ให้เกิด การเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้แต่ละแผนหรือบทเรียน อาจไม่จำเป็นต้องครบทั้ง 4 สาขาวิชา แต่ให้พิจารณาภาพรวมว่า เมื่อจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทั้งหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักเรียน จะได้เรียนรู้ครบทั้ง 4 สาขาวิชา

**ขั้นที่ 5 สนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม (Engage Student Participation)**

ผู้สอนจัดกิจกรรมกลุ่มให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และได้ลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์หลัก (ตามที่ได้เลือกไว้ในขั้นที่ 1) ผสมกับได้ใช้ความรู้รอง (ที่เลือกไว้ในขั้นที่ 3) เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (ที่เชื่อมโยงไว้ในขั้นที่ 2) ในการลงมือปฏิบัติ ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อม มีการกำหนดเวลาการทำงาน อีกทั้งต้องมีการตรวจสอบความคิดของนักเรียน เช่น อาจตั้งคำถามให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่ออกแบบไว้ และพยายามไม่ให้นักเรียนหลงประเด็น นอกจากนี้ต้องให้นักเรียนจดบันทึกการทำงานของกลุ่มตน

**ขั้นที่ 6 แก้ไขปรับปรุงชิ้นงานการออกแบบ (Troubleshoot Designs)**

ผู้สอนจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานการออกแบบหน้าชั้นเรียน จากนั้นกระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ตั้งคำถามและให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานนั้น ซึ่งนักเรียนจะต้องบันทึก ข้อเสนอแนะของผู้สอนและเพื่อนนักเรียนไว้เพื่อการปรับปรุงแก้ไขผลงาน ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกการคิดวิจารณ์ญาณควบคู่ไปด้วย



### ขั้นที่ 7 ประเมินชิ้นงานการออกแบบ (Evaluate the Designs)

หลังการปรับปรุงแก้ไขผลงานในขั้นตอนที่ 6 ผู้สอนและนักเรียนดำเนินการตรวจให้คะแนนชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนดไว้

### ขั้นที่ 8 นำเสนอผลงานขั้นที่สมบูรณ์ (Present Completed Projects)

ในขั้นนี้ผู้สอนจัดเตรียมสถานที่หรือตู้แสดงผลงานให้นักเรียนนำผลงานแสดงต่อบุคคลทั่วไป อาทิ เพื่อน พ่อแม่ ผู้ปกครอง ผู้สอน อาจารย์ และชุมชน การจัดแสดงอาจทำตอนท้ายปีการศึกษาหรือภาคเรียน โดยอาจวางแสดงไว้ตลอดภาคเรียนถัดไป ทั้งนี้ เพื่อช่วยกระตุ้นให้นักเรียน มีความภูมิใจและพยายามที่จะปรับปรุงผลงานในครั้งถัดไป

จากศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีหลากหลายรูปแบบ แต่ละแบบมีขั้นตอนที่แตกต่างกัน แต่มีบางส่วนของพฤติกรรมที่บ่งชี้ในแต่ละกันก็ยังคงคล้ายคลึงกันอยู่ สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) เนื่องจากมีขั้นตอนที่พอเหมาะและมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน น่าจะช่วยให้นักเรียนมีประสิทธิผลในการเรียนรู้ที่ได้เป็นอย่างดี

#### 2.5 ประโยชน์จากการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

ประโยชน์จากการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (นัสวินทร์ บือชา, 2558) มีดังนี้

1. ด้านเศรษฐกิจ (Economic Opportunity) การเรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยเพิ่มโอกาสในด้านเศรษฐกิจ การทำงาน การเพิ่มมูลค่า เพราะนวัตกรรมใหม่ๆที่เกิดขึ้นที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจของโลกล้วนมีพื้นฐานมาจากสะเต็มศึกษา

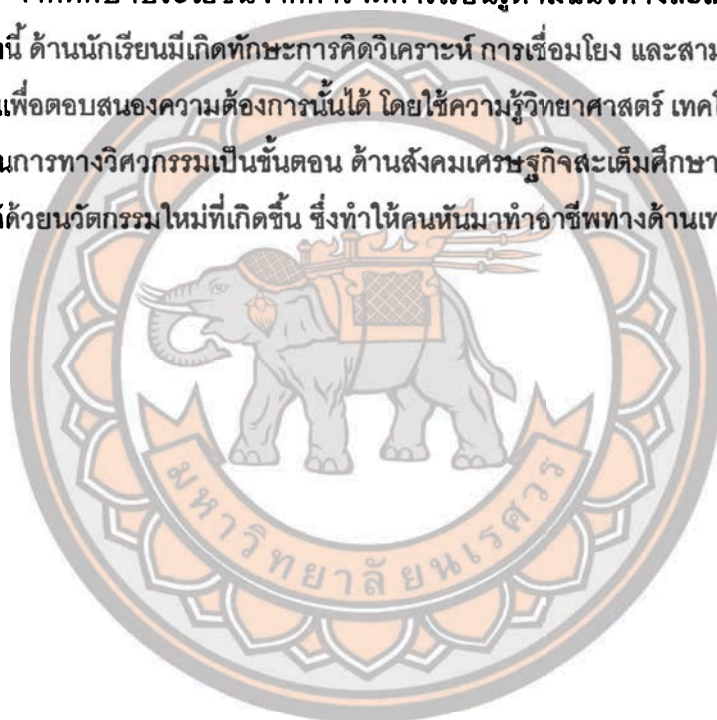
2. ด้านทรัพยากรบุคคล (Attract more students to technological fields) การเรียนรู้สะเต็มศึกษา ช่วยดึงดูดและสร้างทรัพยากรบุคคลให้เข้าสู่การทำงานด้านเทคโนโลยีที่ยังขาดแคลนอีกมาก

3. ด้านความมั่นคง (National Security) การเรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยสร้างเสริมความมั่นคงให้กับประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในด้านความมั่นคงและความปลอดภัยด้านไซเบอร์ (cyber security) โลกปัจจุบันที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีด้านการสื่อสารอย่างมาก

4. ด้านสุขภาพ (Enhancing Health) ความรู้และทักษะจากการได้เรียนรู้ STEM ช่วยให้ประชากรในประเทศมีสุขภาพแข็งแรงและอายุยืนขึ้น เพราะมีเทคโนโลยีในการรักษาโรคภัยต่าง ๆ ได้ดีขึ้น มีการตรวจพบโรคร้ายต่าง ๆ ได้เร็วก่อนจะลุกลาม ทำให้สามารถทำการรักษาได้ทัน

ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

1. นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เป็นพื้นฐาน
2. นักเรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น
3. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงกันระหว่างกลุ่มสาระวิชา
4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของผู้สอนและบุคลากรทางการศึกษา
5. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชาติ จากศึกษาประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่ามี ประโยชน์ดังนี้ ด้านนักเรียนมีเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ การเชื่อมโยง และสามารถแก้ปัญหาหรือ สร้างชิ้นงานเพื่อตอบสนองความต้องการนั้นได้ โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางวิศวกรรมเป็นขั้นตอน ด้านสังคมเศรษฐกิจสะเต็มศึกษาสามารถขับเคลื่อน เศรษฐกิจได้ด้วยนวัตกรรมใหม่ที่เกิดขึ้น ซึ่งทำให้คนหันมาทำอาชีพทางด้านเทคโนโลยีมากขึ้นอีกด้วย



### 3. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy)

#### 3.1 นิยามและความหมายของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

นิยามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ PISA ให้นิยาม “การรู้เรื่องคณิตศาสตร์” ไว้ว่า คือ สมรรถนะของบุคคลในการคิด ใช้ และตีความคณิตศาสตร์ในบริบทที่หลากหลาย รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ และการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในการบรรยาย อธิบาย และทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ช่วยให้รู้และเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลกทำให้สามารถ ตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ที่เข้มแข็งเพื่อจะเป็นพลเมืองที่มีความคิด มีความหวังโย และ สร้างสรรค์สังคม” (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

กมลกานต์ ศรีวิ และคณะ (2561) กล่าวถึงการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ว่าเป็นความสามารถของนักเรียนในการประยุกต์ใช้ความรู้จากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ให้ความหมาย การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ว่าเป็นความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้ และตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายรวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ ใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบาย และทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

#### 3.2 กระบวนการทางคณิตศาสตร์การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 3 กระบวนการ ดังนี้

##### 3.2.1 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลในการรู้และ บอกโอกาสในการใช้คณิตศาสตร์ แล้วกำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ให้กับปัญหาที่พบในสถานการณ์ สำหรับกระบวนการของ การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ คือการที่บุคคลตัดสินใจได้ว่าส่วนใดที่เขาสามารถดึงคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทาง และนำไปแก้ปัญหา โดยบุคคลเหล่านี้สามารถแปลงปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์ และ กำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ การแสดงเครื่องหมายแทน และลักษณะจำเพาะให้กับปัญหาในโลก ชีวิตจริงซึ่งสามารถให้เหตุผล ตั้งสมมติฐาน และพิจารณาข้อจำกัดได้อย่างสมเหตุสมผล กระบวนการนี้ ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง
- 2) ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น
- 3) แปลปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์

### 3.2.2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลในการประยุกต์ใช้ แนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ในกระบวนการ การใช้แนวคิด ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการที่แต่ละคนแสดงวิธีดำเนินการทาง คณิตศาสตร์ที่จำเป็นเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ และค้นหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (เช่น แสดงการคำนวณ เลขคณิต การแก้สมการ การอนุมานเชิงตรรกศาสตร์จากสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ การใช้เชิงสัญลักษณ์ การสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากตารางและกราฟ การแสดงแทนและการจัดการกับรูปร่างและรูปทรง และการวิเคราะห์ข้อมูล) นักเรียนพยายามสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ปัญหา สร้างกฎเกณฑ์ ระบุ ความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ กระบวนการนี้ ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้
- 2) ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม
- 3) นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา

### 3.2.3 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

การมุ่งเน้นไปที่ความสามารถของแต่ละบุคคลในการสะท้อน วิธีแก้ปัญหา ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์แล้วตีความออกมาในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง ซึ่งรวมถึงการแปลความหมายของวิธีแก้ปัญหาหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับไปที่บริบทของ ปัญหา และตัดสินใจว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นเหตุเป็นผลและเข้ากันได้กับบริบทของปัญหาหรือไม่ บุคคลที่ใช้กระบวนการนี้อาจสร้างและสื่อสารคำอธิบายหรือข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหา และการสะท้อนทั้งกระบวนการสร้างแบบจำลองและผลที่ได้ กระบวนการประเภทนี้รวม “ตีความ” และ “ประเมิน” ไปด้วยกัน กระบวนการนี้ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง
- 2) ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิต
- 3) อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหา

### 3.3 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

กรอบโครงสร้างการประเมินการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ กรอบการประเมินผลของ PISA เน้นที่การประเมินว่า นักเรียนอายุ 15 ปี รู้เรื่องคณิตศาสตร์มากน้อย เพียงใด นั่นคือ สามารถนำ

ฐานความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ และเผชิญหน้ากับปัญหาในโลกจริงได้เพียงใด ขอบเขตของคณิตศาสตร์ครอบคลุมองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (process) ที่อธิบายสิ่งที่แต่ละคนนำเพื่อเชื่อมโยงบริบทของปัญหากับคณิตศาสตร์ แล้วนำไปสู่การแก้ปัญหา เนื้อหาคณิตศาสตร์ (content) ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์หรือบริบท (contexts) ที่ปัญหานั้นตั้งอยู่

สรุปได้ว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้หลักการ เหตุผล และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

ดังนั้น สำหรับงานวิจัยนี้การวัดและประเมินผลความรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมและแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จะมุ่งเน้นกระบวนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา 3. การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

#### 3.4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษากับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำแนวคิดสะเต็มศึกษา ผ่านขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอนมาจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังนี้

กำหนดสัญลักษณ์ให้ กระบวนการของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มี 3 ด้าน ดังตาราง

ตาราง 1 แสดงกำหนดสัญลักษณ์ของกระบวนการการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์	ความหมาย
	การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์
A1	แปลปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์
A2	ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น
A3	ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง
	การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา
B1	นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา

## ตาราง 1 (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
B2	ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม
B3	คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
C1	อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหา
C2	ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิต
C3	ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่วิธีแก้ปัญหาในชีวิตจริง



ตาราง 2 แสดงความสัมพันธ์การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ Mathematical Literacy
<p>ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา</p> <p>เป็นการทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา</p>	<p>การคิดสถานการณ์ของปัญหา ในเชิงคณิตศาสตร์ (A)</p> <p>A3</p>
<p>ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา</p> <p>เป็นการรวบรวม ข้อมูล และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด</p>	
<p>ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด</p>	<p>การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา(B)</p> <p>A2 , A1 , B1 , B2 , B3</p>
<p>ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา</p>	

## ตาราง 2 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ Mathematical Literacy
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง แก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	
เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงาน หรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้ อย่างเหมาะสมที่สุด	A2 , A1 , B1 , B2 , B3
การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ Mathematical Literacy
ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	การตีความและประเมินผลลัพธ์ทาง คณิตศาสตร์ (C)
เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหา ของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่น เข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป	C1 , C2 , C3



## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้อง

กมลกานต์ ศรีธิ และคณะ (2561) ได้ศึกษาแนวทางและผลการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานจะเน้นการใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงเป็นเครื่องมือในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และฝึกกระบวนการวิเคราะห์และแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดพิษณุโลก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ภาคตัดกรวย ควรเน้นการใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวงกลมและวงรีในชีวิตประจำวันหรือที่นักเรียนเคยมีส่วนร่วมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ควรให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาโดยการค้นคว้าด้วยตนเอง ควรออกแบบใบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอน ควรให้คำแนะนำเพิ่มเติมแก่นักเรียนเกี่ยวกับหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องวงกลมและวงรี รวมถึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงวิธีแก้ปัญหาและตรวจสอบคำตอบหน้าชั้นเรียน เพื่อร่วมกันหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์แล้วตีความออกมาในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการรู้คณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดี และโดยภาพรวมนักเรียนมีระดับความสามารถในกระบวนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดีมาก

รุ่งทิศา บุญมาโดน และคณะ (2561) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่พัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์และเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อาศัยความสอดคล้องกันของเนื้อหาและสถานการณ์ เพื่อทำให้นักเรียนเกิดความรู้และทักษะในการนำไปใช้ได้ในเวลาเดียวกัน กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 39 คน โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ในจังหวัดพิษณุโลก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ อนุทินสะท้อนความคิดเห็นของนักเรียน และแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามวงจร PAOR ทั้งหมด 3 วงจร ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่พัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์โดยให้ความสำคัญกับการเริ่มต้นบทเรียนด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ

ชีวิตประจำวันของนักเรียน การใช้คำถามปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น การส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ การส่งเสริมให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน และเน้นให้นักเรียนได้สร้างสถานการณ์ในบริบทใหม่ ทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ส่วนใหญ่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

จักรเพชร สุริยะกมล (2559) ได้ทำการจัดกิจกรรมการเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีการรู้เท่าทันและพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 45 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 23 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบวัดการรู้เท่าทัน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้าน วิทยาศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ มีการเก็บข้อมูลเป็น 3 ระยะ คือ ก่อนทดลอง หลังการทดลอง และระยะติดตามการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณ (MANCOVA) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเปรียบเทียบการรู้เท่าทันและพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของทุกตัวแปรสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลการเปรียบเทียบการรู้เท่าทัน และพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือระหว่างหลังการทดลองและระยะติดตามผลทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าการรู้เท่าทันด้านการอ่านไม่แตกต่างกันทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ส่วนการรู้เท่าทันด้านคณิตศาสตร์ การรู้เท่าทันด้านวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือไม่แตกต่างเฉพาะในกลุ่มทดลองเท่านั้น 3) ผลการเปรียบเทียบการรู้เท่าทันและพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในระยะติดตามผลระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของทุกตัวแปรสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ (2559) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสเต็มศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงาน รอบตัวเรา ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดฝึกทักษะนี้มีประสิทธิภาพ 80.76/81.54 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านปฏิบัติงาน นักเรียนได้ปฏิบัติการสร้างสรรคชิ้นงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น และ 3) ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังจากที่ได้เรียนโดยใช้แบบประเมินความสภาพจริง (แบบวัดแบบคะแนนรูบรีค Scoring Rubric) อยู่ในระดับดี

## 2. งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

Han et al. (2014) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัยในครั้งนี้โรงเรียนแต่ละแห่งมีการใช้ STEM PBL มาก่อนหน้าแล้วและมีการปรับปรุงทุก ๆ 6 เดือน เป็นเวลา 3 ปี ส่วนผู้สอนก็ได้เข้าร่วมรับการพัฒนาศูนย์ผู้สอนมืออาชีพทางด้าน STEM อีกด้วย ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ STEM PBL ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น และมีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดในกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำและ ส่งผลทำให้ช่วยลดช่องว่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลงมาอีกด้วย

Scott (2012) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ การจัดการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยม 10 แห่ง ในประเทศสหรัฐอเมริกา ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่เข้าร่วม STEM มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีกว่า นักเรียนระดับเดียวกันที่ไม่ได้เข้าร่วมเรียนแบบ STEM และนักเรียนกลุ่มที่ได้เข้าร่วมนี้ยังแสดงความคิดเห็นอีกว่า หากพวกเขาได้รับโอกาสและการสนับสนุนส่งเสริมให้สามารถเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาและผ่านการฝึกหรือให้รับผิดชอบทำโครงงานสักชิ้น เขาสามารถแก้ปัญหาได้ในชีวิตจริง แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ จึงเป็นการบ่งบอก ว่านักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์หรือวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยให้นักเรียนใช้องค์ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกจริงโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แล้วสามารถทำให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาได้ ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตามไปด้วย

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยปฏิบัติเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวิธีการดำเนินการตาม ขั้นตอน ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ผู้เข้าร่วมวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### รูปแบบการวิจัย

การวิจัยปฏิบัติการ คือ กระบวนการทำงานที่เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเอง ที่เป็นวงจรแบบขดลวด (Spiral of Self-Reflection) โดยเริ่มต้นที่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) คือ ขั้นการเตรียมการของผู้วิจัยทุกประเด็นที่จะทำการปฏิบัติ รวมทั้งกิจกรรมที่จะดำเนินการวิจัยให้บรรลุผล ในวงจรปฏิบัติการนั้น 2) ขั้นปฏิบัติการ (Act) คือ ขั้นตอนของการลงมือกระทำวิจัยที่ได้เตรียมไว้โดยปฏิบัติไปตามขั้นตอนกิจกรรมที่กำหนดไว้ 3) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) คือ ขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลสิ่งที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) คือ ขั้นตอนการสะท้อนผลหลังจากการปฏิบัติงาน โดยให้ผู้ที่มีส่วนร่วม เช่น ผู้สอนที่สอนรายวิชาเดียวกันได้วิพากษ์วิจารณ์ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ในวงจรต่อไปได้ (Kemmis, 1998 อ้างอิงใน สุวิมล ว่องวานิช, 2557)

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการตามแบบของ Schmuck (2006) ซึ่งดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการที่ต่อเนื่องกัน แต่ละวงจรประกอบด้วย ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ตามลำดับดำเนินการวิจัยทั้งหมด 4 วงจรปฏิบัติการ โดยเมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้มาถึงขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากขั้นนี้มาสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ในขั้นวางแผนของวงจรปฏิบัติการถัดไปจนครบจำนวนวงจรปฏิบัติการที่กำหนด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1. สสำรวจสภาพปัญหาในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ควรได้รับการแก้ไข โดยผู้วิจัยได้สังเกตความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนและปรึกษาหารือร่วมกับผู้สอน ผู้รับผิดชอบรายวิชาเดียวกัน โดยทำการวิเคราะห์สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและสาเหตุ

2. ศึกษาค้นคว้าหลักสูตรรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียน มัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในภาคตะวันตก และเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการ จัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ และเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในชั้นเรียน

3. วางแผนและสร้างเครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนว สะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผล การจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4. เตรียมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้แก่ จัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ เครื่องมือวัดผลและประเมินผล รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงาน

### ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยจะดำเนินการใน วงจรปฏิบัติการละหนึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ และจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผนการ- จัดการเรียนรู้ หรือ 3 วงจรปฏิบัติการ

### ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการ เรียนรู้จะทำการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และทำการ ประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยใบกิจกรรม พร้อมกับกำหนดยุทธศาสตร์ให้นักเรียน เมื่อครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้วนักเรียนจะทำแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เมื่อเสร็จสิ้น เรียบร้อยแล้วจะดำเนินการต่อไปวิเคราะห์ข้อมูลเป็นลำดับถัดไป

### ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์ถึงปัญหา และอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้ และนำผลจากการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ นำมาสะท้อนกับผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยผู้วิจัย จะดำเนินการจัดการเรียนรู้และวิเคราะห์ผลเพื่อนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เป็นแบบวงจร โดยการทำซ้ำไปจนครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้หรือวงจรปฏิบัติการ หลังจากการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้หรือวงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัยในลำดับต่อไป

#### ผู้เข้าร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในภาคตะวันตก ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เสริมทักษะ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 35 คน

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวิจัยในแต่ละข้อ ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงจุดประสงค์ของการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จุดประสงค์ของการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
1. เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
2. เพื่อศึกษาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ใบกิจกรรม แบบวัดการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

1. การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

#### 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 6 สัปดาห์ ดังตาราง 4 โดยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อนำไปสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.1.2 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษในภาคตะวันตก ได้แก่ มาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การงานและเทคโนโลยี ที่อิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และแนวทางการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

1.1.3 วิเคราะห์หลักสูตรความสัมพันธ์ของสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้หลักและสาระการเรียนรู้รอง โดยสาระหลัก คือ เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังตาราง 5 และสาระรองคือ สาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 6 สาระการเรียนรู้วิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ดังตาราง 7

ตาราง 4 แสดงลำดับวงจรปฏิบัติการ แผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อกิจกรรม และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

วงจรปฏิบัติการที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	กิจกรรม	จำนวน (ชม.)
1	1	Dried grass	4
2	2	Math Mobile	4
3	3	Architect	4
<b>รวม</b>			<b>12</b>

ตาราง 5 การวิเคราะห์สาระและมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของคณิตศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
<p>สาระที่ 2 การวัด มาตรฐาน ค 2.2 การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด</p>	<p>ม.2/1 ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาว และพื้นที่ ในการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่าง ๆ</p>	<p>การใช้ความรู้เกี่ยวกับการ คำนวณ พื้นที่ ในการ แก้ปัญหาในสถานการณ์ ต่าง ๆ</p>
<p>สาระที่ 6 ทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ ความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์</p>	<p>ม.3/2 ใช้ ความรู้ทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยีในการแก้ปัญหา สถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่าง เหมาะสม</p> <p>ม.3/3 ให้เหตุผลประกอบการ ตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่าง เหมาะสม</p> <p>ม.3/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการ นำเสนอได้อย่างถูกต้องและ ชัดเจน</p> <p>ม.3/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ใน คณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่น ๆ</p> <p>ม.3/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์</p>	



ตาราง 6 การวิเคราะห์สาระและมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของวิทยาศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
<p>สาระที่ 2 ชีวิตและสิ่งแวดล้อม มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการ จัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน</p>	<p>ม.3/1 วิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมทรัพยากร ธรรมชาติในท้องถิ่น และเสนอแนวทางในการแก้ไข ปัญหา</p>
<p>สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการ เปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิด สารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์</p>	<p>ม.2/3 สืบค้นข้อมูลและอภิปราย ผลของสารเคมี ปฏิกิริยาเคมี ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p>
<p>สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลง ของโลก มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจ กระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิว โลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิ ประเทศ และสัณฐานของโลก มี กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยา ศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไป ใช้ประโยชน์</p>	<p>ป.6/1 อธิบาย จำแนกประเภทของหิน โดยใช้ลักษณะ ของหิน สมบัติของหินเป็นเกณฑ์ และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์</p> <p>ม.2/2 สสำรวจ วิเคราะห์และอธิบายใช้ประโยชน์และ การปรับปรุงคุณภาพของดิน</p>

ตาราง 7 การวิเคราะห์สาระและมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
สาระที่ 2 การออกแบบ มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการ เทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของ เครื่องใช้ หรือวิธีการ ตามกระบวนการ เทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการ จัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน	ม.2/3 มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา หรือ สนองความต้องการในงานที่ผลิตเอง ม.2/4 เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีการจัดการเทคโนโลยีด้วย การลดการใช้ทรัพยากร หรือเลือกใช้เทคโนโลยี ที่มี ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ม.3/2 สร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือ วิธีการ ตาม กระบวนการเทคโนโลยี อย่างปลอดภัย ออกแบบโดย ถ่ายทอดความคิดเป็นภาพฉาย เพื่อนำไปสู่การสร้าง ต้นแบบ และแบบจำลองของสิ่งของเครื่องใช้หรือ ถ่ายทอดความคิดของวิธีการเป็นแบบจำลองความคิด และการรายงานผล

1.1.4 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง  
สะเต็มศึกษา

1.1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่  
ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้  
โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง หรือ 6 สัปดาห์ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ตาม  
แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. สาระสำคัญ
4. ผังความคิดรวบยอด
5. สาระการเรียนรู้

6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1.1.6 นำแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างขึ้นจำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ตรวจสอบเพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และนำมาปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะ

1.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ผู้สอนวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน

เพื่อประเมินตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้นั้นผู้วิจัยใช้แบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบ Likert ให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นลงในใบประเมิน โดยมีรายละเอียดเทียบเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

หลังจากนั้นนำผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้อมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละรายการ แล้วนำไปเทียบเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ (รัตนะ บัวสนธิ, 2556)

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.00-2.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 0.00-1.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน คือ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม โดยผลการ ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาศึกษา เพื่อส่งเสริม การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.58 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวม เท่ากับ 0.45 ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด และสามารถนำไปใช้ได้ ดังรายละเอียดแสดงในตาราง 8

1.1.8 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.1.9 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ดำเนินการจัดการเรียนรู ้กับนักเรียนต่อไป

ตาราง 8 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	4.11	0.58	เหมาะสมมาก
2. ด้านสาระการเรียนรู้	4.75	0.29	เหมาะสมมากที่สุด
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.50	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
4. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้	4.71	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
5. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	4.67	0.38	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.58	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

## 1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ซึ่งจะบันทึกประเด็นปัญหา อุปสรรค และ ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลมา ปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการถัดไปมีขั้นตอนในการสร้างแบบสะท้อนผล การจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.2.1 กำหนดขอบเขตการบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1.2.2 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบเขียนบันทึกประเด็นตามการกำหนดขอบเขตลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1) การจัดการเรียนรู้เป็นการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

2) การจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาความรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร

3) ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบจากการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยตามแนวทางการสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

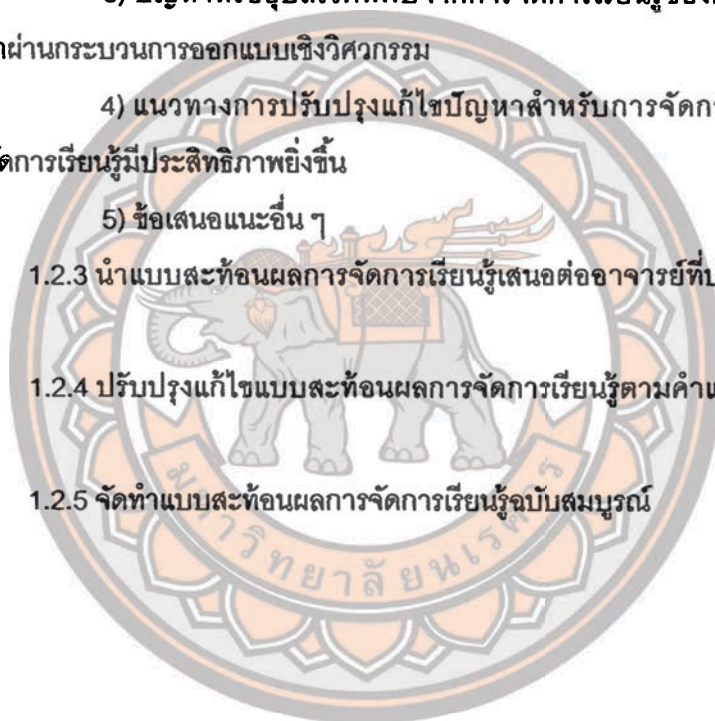
4) แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5) ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

1.2.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

1.2.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.2.5 จัดทำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์



2. การศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

### 2.1 ใบกิจกรรม

เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนเขียนบันทึกขณะทำกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม แต่ละใบกิจกรรมจะมีข้อความจำนวน 6 ข้อที่สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและกระบวนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 3 กระบวนการ ซึ่งเป็นแบบเขียนตอบอิสระ ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมพร้อมกับแผนการจัดการเรียนรู้และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยใบกิจกรรมมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.1.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง การคำนวณพื้นที่ เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และใบกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากนั้นทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อสร้างเป็นกรอบแนวคิดซึ่งนำไปสู่โจทย์ปัญหาสถานการณ์

2.1.2 สร้างใบกิจกรรม โดยใบกิจกรรมจะประกอบไปด้วยโจทย์ปัญหาสถานการณ์แล้วมีข้อย่อยให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา

2.1.3 ใบกิจกรรมจะถูกนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระตรวจสอบความเหมาะสม ปรับแก้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ และตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญพร้อมกับแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีประเด็นในการปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ ดังนี้ 1) ปรับข้อความในใบกิจกรรมให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อให้นักเรียนสามารถตอบได้อย่างตรงประเด็น 2) ปรับสถานการณ์ปัญหาให้ชัดเจนในเรื่องของปัญหาและเงื่อนไขต่าง ๆ ให้นักเรียนอ่านแล้วเข้าใจได้ง่าย

2.1.4 นำใบกิจกรรมไปใช้ควบคู่กับแผนการจัดการเรียนรู้และวิเคราะห์ผลจากใบกิจกรรมเพื่อประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละวงจรมปฏิบัติการ

### 2.2 แบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ใช้ทดสอบความสามารถของนักเรียนเป็นรายบุคคลในการนำความรู้ หลักการ เหตุผล และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งประเมินใน 3 กระบวนการ ได้แก่ ด้านแรกคือ การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการย่อย 3 ด้าน คือ 1) ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง 2) ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อทำการวิเคราะห์

ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น 3) แปลปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์ ด้านที่สองคือ การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการย่อย 3 ด้าน คือ 1) คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ 2) ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม 3) นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา และด้านที่สาม คือการตีความและประเมินผลผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการย่อย 3 ด้าน คือ 1) ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่วิถีปฏิบัติในชีวิตจริง 2) ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิต 3) อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหา โดยแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะใช้ทดสอบนักเรียนหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ซึ่งมีรูปแบบการเขียนตอบอิสระ ประกอบด้วย 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถาม 3 ข้อ ที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์แต่ละกระบวนการ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.2.1 ศึกษาเอกสารและวิเคราะห์การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับ เรื่อง การคำนวณพื้นที่

2.2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วกำหนดแนวทางในการสร้างสถานการณ์ในแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

2.2.3 สร้างแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การคำนวณพื้นที่ โดยใช้เกณฑ์การประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนเช่นเดียวกับ ใบกิจกรรม ลักษณะของแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะเป็นลักษณะให้นักเรียนได้แสดงความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ หลักการ เหตุผล และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งประเมินตามกระบวนการ 3 ด้าน ดังนี้

- 1) การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์
- 2) การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา
- 3) การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

ตาราง 9 แสดงความสัมพันธ์ของการสร้างและใช้แบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

เรื่อง	จุดประสงค์	จำนวนข้อ		เวลา (นาที)
		สร้าง (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)	
วงกลม	นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการ คำนวณพื้นที่ของวงกลมแก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้	2	1	10
รูปเหลี่ยม	นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการ คำนวณพื้นที่ของรูปเหลี่ยมแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้	4	2	40

2.2.4 นำแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อ  
ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ผู้สอนวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน

เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนี  
ความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถาม  
แต่ละข้อ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2552)

คะแนน +1 ถ้าเห็นด้วยว่าแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์สอดคล้องกับ  
จุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์สอดคล้องกับ  
จุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 ถ้าไม่เห็นด้วยว่าแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์สอดคล้องกับ  
จุดประสงค์การเรียนรู้

พิจารณาข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป มาสร้างแบบวัดการรู้เรื่อง  
คณิตศาสตร์ จำนวน 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 3 ข้อ โดยผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา  
ของแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ พบว่า มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้  
ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แสดงในภาคผนวก ค

2.2.5 ปรับปรุงแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามข้อเสนอแนะของ  
ผู้เชี่ยวชาญ



2.2.6 นำแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไปใช้วิเคราะห์การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการเขียนตอบและการแสดงวิธีคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้ระยะเวลาในการทำแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นเวลา 50 นาที โดยมีเกณฑ์วัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงเกณฑ์วัดและประเมินผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ประเด็น การประเมิน	สัญลักษณ์การเกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์			
	แบบ A	แบบ B	แบบ C	แบบ D
การคิดสถานการณ์ ของปัญหาในเชิง คณิตศาสตร์	แปลปัญหาให้อยู่ใน รูปของภาษาทาง คณิตศาสตร์	ทำสถานการณ์หรือ ปัญหาให้อยู่ในรูป อย่างง่ายเพื่อให้ การวิเคราะห์ทาง คณิตศาสตร์ง่ายขึ้น	ระบุประเด็นทาง คณิตศาสตร์ของ ปัญหาในชีวิต จริง	ไม่สามารถคิด สถานการณ์ของ ปัญหาในเชิง คณิตศาสตร์ได้ทั้ง 3 แบบ
การใช้หลักการและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ในการ แก้ปัญหา	นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอน วิธี และโครงสร้าง ทางคณิตศาสตร์ไป ใช้ในการแก้ปัญหา	ใช้เครื่องมือทาง คณิตศาสตร์ เพื่อ ช่วยหาวิธีแก้ปัญหา ที่ถูกต้องหรือเหมาะ สม	คิดและนำกล ยุทธ์ในการหาวิธี แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ไป ใช้	ไม่สามารถใช้ หลักการและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ใน การแก้ปัญหาได้ ทั้ง 3 แบบ
การตีความและ ประเมินผลลัพธ์ทาง คณิตศาสตร์	อธิบายความ สมเหตุสมผลของ ผลลัพธ์หรือข้อสรุป ทางคณิตศาสตร์กับ บริบทของปัญหา	ประเมินความเป็น เหตุเป็นผลของวิธี แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ใน บริบทของปัญหา ชีวิต	ตีความผลลัพธ์ ทางคณิตศาสตร์ กลับไปสู่บริบท ในชีวิตจริง	ไม่สามารถการ ตีความและ ประเมินผลลัพธ์ ทางคณิตศาสตร์ ได้ทั้ง 3 แบบ

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์  
และความสามารถการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของแต่ละกระบวนการ แสดงดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์และ  
ความสามารถการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ข้อคำถามในแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์	ความสามารถการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
1 วาดภาพและระบุข้อมูลต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในรูปคณิตศาสตร์	การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์
2 แสดงการคำนวณในแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้	การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา
3 อธิบายเพิ่มเติมจากผลลัพธ์ของการคำนวณในคำถามข้อที่ 2 เพื่อตอบคำถามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้	การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

**การเก็บรวบรวมข้อมูล**

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ประชุมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัย
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในช่วงปกติของโรงเรียน โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง
3. ในระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันศึกษาข้อมูลในการแก้ปัญหา การออกแบบ ระดมแนวคิดที่หลากหลาย และลงมือแก้ปัญหา ในขณะที่ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้สอนจะสังเกตและจดบันทึกการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และกลุ่มของนักเรียนเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือแสดงวิธีคิดลงในใบกิจกรรมแต่ละตอนตามที่คุณวิจัยกำหนด
4. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดมาทำการสะท้อนผล เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป
5. หลังเสร็จสิ้นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้หรือ 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยใช้เวลาในการทดสอบ 1 คาบเรียน
6. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพ 2 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด

## การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพและเป็นข้อมูลที่ได้จากผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดอีกครั้ง เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1.1 การจัดระเบียบข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์และตีความ

1.1.2 การจัดระเบียบเนื้อหาของข้อมูลตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ ได้แก่

- การจัดการเรียนรู้สอดคล้องตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอย่างไร
- ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยด้วย

กระบวนการเชิงวิศวกรรม



- แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาสำหรับการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป โดยประเด็นเหล่านี้จะมีผลต่อการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.1.3 การแสดงข้อมูล เป็นการนำข้อมูลที่มีรหัสเดียวกันมาจัดกลุ่มให้เป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผล โดยข้อมูลที่ผู้วิจัยจัดกลุ่มนั้น ทั้งหมด 7 กลุ่ม ได้แก่ ปัญหาของกิจกรรม วัสดุอุปกรณ์ บรรยากาศการเรียนรู้ และคำถามของผู้วิจัย เป็นต้น

2. การศึกษาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมและแบบวัดการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ซึ่งเป็นข้อมูลที่จากผู้เข้าร่วมวิจัยโดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามชนิดของเครื่องมือในการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

2.1 ข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมของนักเรียนทำเป็นรายกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน จำนวนทั้งหมด 7 กลุ่ม ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1.1 ผู้วิจัยทำการตรวจคำตอบและวิธีคิดของนักเรียนในแต่ละข้อตามประเภทของคำตอบที่ได้กำหนดไว้

2.1.2 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ด้วยการจัดกลุ่มคำตอบจากการตอบใบกิจกรรมแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ 1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2. การใช้หลักการ

และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา 3. การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ตามลำดับ

2.2 ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียน โดยเก็บข้อมูลจากการให้นักเรียนทำแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หลังจากที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.2.1 ผู้วิจัยทำการตรวจคำตอบและวิธีคิดของนักเรียนในแต่ละข้อตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้กำหนดไว้

2.2.2 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ด้วยจัดกลุ่มคำตอบจากแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการ คือ 1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา 3. การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ตามลำดับ โดยนับจำนวนนักเรียนและเปรียบเทียบค่าเป็นร้อยละของนักเรียนในแต่ละด้านความสามารถ พร้อมทั้งยกตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในแต่ละด้านเมื่อดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม และแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์และพิจารณาผลสรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่าเกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กระบวนการย่อยใดบ้าง อีกทั้งพิจารณาลักษณะด้านย่อยของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของใบกิจกรรมและแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเชิงปฏิบัติการผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 2 ผลการศึกษารูเรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งเป็นวิจัยเชิงคุณภาพและดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 1 วงจรปฏิบัติการ รวมทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ แต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้น วางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง สำหรับแต่ละวงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง Dried grass

##### 1. ขั้นวางแผน (Plan)

##### 1.1 การเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในภาคตะวันตก ช่วงปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 รายวิชาคณิตศาสตร์เสริมทักษะ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การหาพื้นที่ ประกอบด้วย 2 บทเรียนย่อย ได้แก่ วงกลม และรูปเหลี่ยม โดยวางแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การหาพื้นที่วงกลม (กิจกรรม Dried grass) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การหาพื้นที่รูปเหลี่ยม (กิจกรรม Math Mobile) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การหาพื้นที่

รูปเหลี่ยม (กิจกรรม Architect) ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การหาพื้นที่วงกลม (กิจกรรม Dried grass) เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ไขปัญหาสถานการณ์หน้าที่ตายบริเวณสนามฟุตบอลของโรงเรียน ที่มีพื้นที่จำกัด โดยการแก้ปัญหาจะมีข้อจำกัดและเงื่อนไขหลายอย่าง เพื่อให้ นักเรียนสามารถนำความรู้วิชาต่าง ๆ มาบูรณาการกันในการแก้ปัญหา ทั้งการคำนวณรัศมีของ สปริงเกอร์ในการให้น้ำ การเพิ่ม-ลด แรงดันของน้ำ การปรับปรุงคุณภาพของดิน และการศึกษา ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ โดยนักเรียนจะต้องร่วมกันออกแบบวิธีการแก้ปัญหาของ สถานการณ์และสอดคล้องเงื่อนไขดังกล่าว พร้อมสร้างชิ้นงาน (ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา) ออกมา ให้เห็นอย่างชัดเจน

1.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การหาพื้นที่รูปเหลี่ยม (กิจกรรม Math Mobile) เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำโมบายรูปทรงคณิตศาสตร์ โดยผู้สอนกำหนดว่า โมบาย 1 ชิ้น จะต้องประกอบไปด้วยรูปทรงคณิตศาสตร์จำนวน 5 รูปทรง ที่แตกต่างกัน ที่บรรจุ ของขวัญ 5 ชิ้น ตามที่กำหนดให้ โดยมีเงื่อนไขว่า โมบายที่นักเรียนสร้างขึ้น เมื่อนำมาแขวนแล้ว จะต้องมีความสมดุล วัสดุในการทำรูปทรงจะต้องทำจากกระดาษเท่านั้น และใช้พื้นที่ของกระดาษ น้อยที่สุด ทั้งนี้ ผู้สอนมีอุปกรณ์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้แก่ กระดาษสี ตะเกียบ (สำหรับทำคาน) เชือก เทปใส และกาว ทั้งนี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้เรื่องการหาพื้นที่ ร่วมกับความรู้วิชาอื่น ๆ ในการสร้างโมเดล Math Mobile ออกมาเป็นชิ้นงานที่สวยงาม

1.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การหาพื้นที่รูปเหลี่ยม (กิจกรรม Architect) เป็น กิจกรรมที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบบ้านพร้อมทั้งต่อวงจรไฟฟ้า โดยมีสถานการณ์ ปัญหาเกี่ยวกับความเสียหายของบ้านเรือนที่เกิดขึ้น เนื่องจากอิทธิพลของพายุ ทำชาวบ้านหลาย ครัวเรือนได้รับความเดือดร้อนเรื่องที่อยู่อาศัย ทั้งนี้มีรัฐบาลมาช่วยเยียวยาปัญหาด้วยการสร้างที่พัก ให้ แต่ยังคงขาดผู้ออกแบบบ้าน จึงสมมุติให้นักเรียนเป็นสถาปนิกตัวน้อย เพื่อออกแบบจัดการกับ

สถานการณ์ดังกล่าว โดยมีเงื่อนไขของสถานการณ์คือ พื้นที่บ้านทั้งหมดเป็น 400 ตารางเมตร บ้านที่ออกแบบ ต้องสามารถอาศัยได้อย่างน้อย 3 คน พ่อ แม่ และลูก มีระบบไฟฟ้าที่พร้อมใช้งาน ประหยัดที่สุด และต้องมีห้องน้ำในตัวห้องนอนอย่างน้อย 1 ห้อง ไฟ 1 ดวง สามารถส่องสว่างได้อย่างมาก 49 ตารางเซนติเมตร ในโมเดลบ้าน ซึ่งใช้มาตราส่วน 2 ซม. ต่อ 1 เมตร แล้วสร้างโมเดลบ้านของมาเป็นชิ้นงานที่สวยงาม

## 1.2 การเตรียมเอกสาร

ผู้วิจัยแบ่งเอกสารออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ผู้วิจัย นักเรียน และผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ สำหรับผู้วิจัยจะมีเอกสารที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อน แบบประเมินชิ้นพร้อมเกณฑ์การประเมิน และเกณฑ์การให้คะแนน สำหรับนักเรียนจะได้รับเอกสาร คือ ใบความรู้ และใบกิจกรรม และสำหรับผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้จะได้รับเอกสารคือ แบบสะท้อนความคิดและแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยเพื่อใช้ประกอบการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และบันทึกลงในแบบสะท้อนความคิด

## 1.3 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจำเป็นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำคัญที่ต้องใช้ในเบื้องต้น ได้แก่ กรรไกร คัตเตอร์ กาว ไม้บรรทัด เครื่องเขียน กระดาษสี กระดาษอัดขนาด และอุปกรณ์อื่น ๆ โดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับใบสั่งซื้อของและทำการเลือกชนิดวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการ แล้วนำใบสั่งซื้อของมาให้ผู้วิจัยและรับวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการไปประกอบเป็นชิ้นงาน

## 1.4 การเตรียมสถานที่ในห้องเรียน

การจัดโต๊ะเรียน โดยการจัดโต๊ะนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงแรกเป็นช่วงกิจกรรมการเสริมสร้างความคิดรวบยอดซึ่งนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้บนโต๊ะเรียน หลังจากนั้นนักเรียนจะได้ร่วมกันทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม โดยให้นักเรียนขยับโต๊ะและเก้าอี้เรียนไว้บริเวณรอบห้องเรียน แล้วให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่มที่พื้นห้องเรียน เพื่อสะดวกต่อการทำกิจกรรม



## 2. ชั้นปฏิบัติการ (Action)

เป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา เรื่อง การหาพื้นที่วงกลม (กิจกรรม Dried grass) เวลา 4 ชั่วโมง

### 2.1 ชั้นระบุปัญหา

ผู้วิจัยเริ่มการจัดกิจกรรมโดยการแบ่งกลุ่มให้นักเรียน กลุ่มละ 5 คน จำนวน 7 กลุ่ม หลังจากนั้นผู้วิจัยจะกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการนำรูปภาพข้าวที่ดินที่แตกกระแหงแห้งแล้ง แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิด ทำความเข้าใจ จนกระทั่งแต่ละกลุ่มสามารถระบุปัญหาในทิศทางเดียวกันได้ แล้วเขียนลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 1

### 2.2 ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในการศึกษาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหา และให้นักเรียนได้นำข้อมูลมาแบ่งปันความรู้ความเข้าใจที่มีร่วมกันแล้วสรุปเป็นความคิดรวบยอดของกลุ่ม แล้วร่วมกันประเมินแนวคิดหรือความรู้เหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อด้อยของคำตอบหรือแนวทางแก้ไข ปัญหา และเขียนลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 1

### 2.3 ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องช่วยกันวางแผนการแก้ปัญหาลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 1 ซึ่งจากขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องออกแบบว่าจะใช้อุปกรณ์ใดบ้างที่เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด แต่ละกลุ่มจะได้งบประมาณในการซื้อของกลุ่มละ 5,000 บาท สามารถเลือกซื้อของที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้จากใบสั่งซื้อของ ให้เวลากลุ่มละ 25 นาที (นักเรียนต้องระบุมাত্রาส่วนให้ชัดเจน) อีกทั้งบอกแนวคิดวิธีการปรับปรุงคุณภาพของดินด้วย

### 2.4 ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

เมื่อนักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ผู้สอนให้นักเรียนวางแผนการทำงาน โดยเขียนลำดับขั้นตอนการทำงานและลงมือออกแบบการแก้ไขปัญหาสถานการณ์ดังกล่าว ตามแนวคิดและวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ วางแผนการทำงาน ในการเลือกซื้ออุปกรณ์ชนิดใด ราคาใด ในงบประมาณ ลงใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง Dried grass ชั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

## 2.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหสถานการณ์ดังกล่าว โดยบอกถึงวัสดุที่ใช้ งานงบประมาณทั้งหมด รวมทั้งคาดการณ์ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น เมื่อทำการนำเสนอในครั้งแรกเสร็จสิ้นแล้ว ให้แต่ละกลุ่มแก้ไขปรับปรุง พัฒนาผลงาน

## 2.6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ปรับปรุงผลงานจนมีประสิทธิภาพที่สุดแล้ว ให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดหรือความรู้ในการแก้ปัญหา รวมถึงแนวคิดในการปรับปรุงและผลที่ได้จากการปรับปรุง

## 3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

การเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา เรื่อง การหาพื้นที่ว่างกลม (กิจกรรม Dried grass) โดยเก็บรวบรวมจากแบบสะท้อนความคิด ผู้วิจัย ผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ และใบกิจกรรมของนักเรียน โดยมีประเด็นดังนี้

### 3.1 การจัดการเรียนรู้เป็นการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์หรือไม่อย่างไร

จากการสะท้อนความคิดของผู้วิจัย พบว่า ผู้วิจัยยังไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ที่จำเป็นให้นักเรียนได้รับความรู้ในหลายสาขาวิชาได้อย่างเต็มที่ เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงดัน เนื่องจาก นักเรียนได้เรียนความรู้เรื่องแรงดันผ่านมากับผู้สอนวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ซึ่งผ่านมาเป็นระยะเวลาสมควร จึงทำให้นักเรียนหลงลืมเนื้อหาความรู้ไปบ้าง ประกอบกับผู้วิจัยไม่มีการทบทวนให้กับนักเรียน จึงทำให้นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถนำเอาเนื้อหาเรื่องแรงดันมาแก้ปัญหาของสถานการณ์กิจกรรม Dried grass ได้ อีกทั้งผู้วิจัยคิดว่ายังคิดว่าไม่เกิดการบูรณาการเท่าที่ควร เนื่องจากว่า กิจกรรมอาจจะยังไม่มีควมน่าตื่นเต้นพอเพราะกิจกรรม Dried grass เป็นการแก้ปัญหาโดยผ่านกระบวนการสะเต็มศึกษาที่มีลักษณะการแก้ปัญหาด้วยการแสดงวิธีคิดผ่านใบกิจกรรมที่เขียนบนกระดาษ (ไม่มีการประดิษฐ์สิ่งของขึ้นมา) อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนไม่เกิดความสนใจในการกิจกรรม จึงส่งผลให้ไม่เกิดการบูรณาการเท่าที่ควร

### 3.2 ปัญหาและอุปสรรคจากการจัดการเรียนรู้

จากการสะท้อนความคิดของผู้วิจัยสามารถพิจารณาปัญหาและอุปสรรคจากการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้เป็นขั้นตอนดังนี้

### 3.2.1 ชั้นการระบุปัญหา

จากการสังเกตนักเรียนขณะศึกษาข้อมูลในการทำกิจกรรม พบว่า นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาได้ เนื่องจากไม่เข้าใจสถานการณ์ปัญหาและเงื่อนไขที่กำหนด อีกทั้งมอบหมายให้ตัวแทนเพียงคนเดียวอ่านข้อมูลทั้งหมดให้สมาชิกในกลุ่มฟังและนักเรียนบางกลุ่มใช้การแบ่งเนื้อหา ดังนั้นนักเรียนจะไม่รู้กิจกรรมทั้งหมด อีกทั้งนักเรียนบางคนไม่ค่อยสนใจทำกิจกรรม เช่น คุยกับเพื่อนเล่น นอน ทำให้การทำกิจกรรมของกลุ่มล่าช้า ผู้วิจัยควรปรับสถานการณ์ปัญหาให้เข้าใจง่าย อีกทั้งกระตุ้นการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อให้ร่วมกันทำกิจกรรมกลุ่มมากขึ้น

### 3.2.2 ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ส่วนใหญ่อธิบายข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นหัวข้อสั้น ไม่ได้อธิบายคร่าวๆว่านำไปใช้อย่างไร อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถระบุแนวคิดการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องของแรงดันน้ำได้ ดังนั้นผู้วิจัยควรกระตุ้นนักเรียนให้เกิดกระบวนการคิดเพื่อชี้นำไปในการแก้ปัญหา เช่น การใช้คำถาม “นักเรียนคิดว่าที่ดินเป็นหลุมเป็นบ่อเกิดจากสาเหตุใด และนักเรียนควรจะทำอย่างไร วิชาใด มาช่วยในการแก้ปัญหานี้อย่างไรดี”

### 3.2.3 ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

จากการสังเกตนักเรียนขณะการทำกิจกรรม พบว่า นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ หรือออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่ยังไม่สมเหตุสมผล เนื่องจากยังไม่มีกรอบมาตรฐานระหว่างพื้นที่จำลองกับพื้นที่จริง (ไม่สามารถใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม และไม่สามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้) ไม่มีการบอกลักษณะ/ประเภทของสปริงเกอร์และแรงดันที่ใช้ ไม่มีการบอกตำแหน่งที่ตั้งของสปริงเกอร์และรัศมีของน้ำที่กระจายออกไปได้ ไม่สามารถอธิบายการแก้ปัญหาที่ใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มากแก้ปัญหาได้ ทำให้ยังไม่เห็นถึงการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ผู้วิจัยควรแนะนำนักเรียนให้แปลสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปคณิตศาสตร์ก่อน แล้วจะสามารถออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น และย้ำเตือนนักเรียนให้ทำความเข้าใจกับคำชี้แจงให้ละเอียด หรือให้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมได้ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

### 3.2.4 ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

จากการสังเกตนักเรียนขณะศึกษาข้อมูลในการทำกิจกรรม พบว่า นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถวางแผนการดำเนินงานที่เป็นขั้นตอนได้ มีการอธิบายข้ามขั้น ซึ่งไม่ได้เริ่มจากการศึกษาปัญหา ลำดับขั้นตอนในการวางแผนการดำเนินงานไม่ครบถ้วน ผู้วิจัยควรอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงขั้นตอนต่าง ๆ ตามลำดับ

### 3.2.5 ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

จากการออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มยังอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหายังไม่ชัดเจน อีกทั้งไม่มีความพร้อมในการนำเสนอ เช่น ไม่มีการเตรียมสื่อให้เพื่อน ๆ เห็นถึงวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง เพียงแต่นำมาพูดปากเปล่า ไม่มีการข้อมนำเสนอมาก่อน มีความตื่นเต้นและวิธีการแก้ปัญหากลุ่มยังไม่มีความชัดเจน ไม่เห็นถึงความเป็นไปได้ ดังภาพ 3 ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาคร่าว ๆ พร้อมตามถึงที่มาที่ไปของการแก้ปัญหา อีกทั้งให้ปรับปรุงชิ้นงานของกลุ่มตนเอง และให้เตรียมความพร้อมสำหรับการนำเสนอ เช่น มีการข้อมนำเสนอและแบ่งเนื้อหาสำหรับการนำเสนอให้เรียบร้อย ทำ Power point มานำเสนอเพื่อให้ผู้รับฟังได้เข้าใจได้ง่ายและชัดเจนยิ่งขึ้น



ภาพ 3 นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหากิจกรรม Dried grass รอบที่ 1

### 3.2.6 ชี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

จากการสังเกตวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการปรับปรุงวิธีการนำเสนอให้ดีขึ้น มีการนำเสนอในรูปแบบของ Power point เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจของผู้รับฟัง และยังสามารถแบ่งบันไฟล์ให้อีกด้วย อีกทั้งมีการปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาให้มีความเป็นไปได้อย่างยิ่งขึ้น เช่น บอกมาตราส่วนระหว่างพื้นที่จำลองกับพื้นที่จริง บอกประเภท ลักษณะ และแรงดันของของสปริงเกอร์ รัศมีที่น้ำสามารถกระจายออกมาได้ มีการบอกรายละเอียดในการวางท่อน้ำทั้งหมดของพื้นที่สนามหญ้า มีการบอกอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้อย่างละเอียด และมีการคำนวณพื้นที่ได้อย่างถูกต้อง ดังภาพ 4



ภาพ 4 นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหากิจกรรม Dried grass รอบที่ 2

#### 4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากขั้นการสังเกตการณ์เพื่อนำมาวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงแก้ไขในวงจรปฏิบัติการวงจรถัดไป ซึ่งข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข คือแบบสะท้อนความคิดของผู้วิจัยและของผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการวงจรถัดไปมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยก่อนที่นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยควรมีการทบทวนความรู้ที่จำเป็นเพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา และในระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยควรกระตุ้นการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมกันทุกคน และเพื่อให้นักเรียนได้พยายามใช้ความคิดและนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยใช้คำถามในการกระตุ้น และผู้วิจัยควรหาวิธีการถ่ายทอดความรู้รูปแบบใหม่ เช่น มีสื่อการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนได้เห็นภาพและจับต้องได้ หรือมีการประดิษฐ์ในกิจกรรมนั้นเพื่อการแก้ปัญหาแล้วนักเรียนได้รับความรู้ในหลายสาขาวิชาได้อย่างเต็มที่

นอกจากนี้ผู้วิจัยควรหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ปัญหาและอุปสรรค ได้แก่ 1) การระบุปัญหา นักเรียนมีความสับสนในการระบุปัญหา กับเงื่อนไขที่โจทย์ให้มา ผู้วิจัยควรอธิบาย หรือยกตัวอย่างให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ อีกทั้งนักเรียนส่วนหนึ่งไม่ค่อยสนใจในทำกิจกรรม ผู้วิจัยควรกระตุ้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมกันทุกคน ไม่คุยหรือเล่นในระหว่างการทำกิจกรรม 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง นักเรียนยังไม่สามารถเขียนแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ เขียนแนวคิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหามา หรือเขียนแนวคิดที่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้จริง เป็นเพราะนักเรียนไม่ให้ความสำคัญกับใบความรู้ที่ผู้วิจัยแจกให้เท่าที่ควร ผู้วิจัยต้องอธิบายถึงความสำคัญของการสืบค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา 3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ ผู้วิจัยต้องกระตุ้น หรือให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อให้นักเรียนสามารถนำข้อมูลนั้นไปคิดต่อยอด แล้วจึงออกแบบวิธีการแก้ปัญหามาให้ได้ 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนบางกลุ่มยังมีการทำงานที่ไม่เป็นลำดับขั้นตอน ผู้วิจัยควรเข้าไปกระตุ้นหรือสอบถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดให้ผู้วิจัยทราบก่อน เช่น นักเรียนมีวิธีการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง ทำอะไรก่อน-หลัง เมื่อนักเรียนอธิบายเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยให้คำแนะนำนักเรียน เพื่อเป็นประโยชน์ในการทำกิจกรรมต่อไป 5) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา การทดสอบของขั้นที่ 5 เป็นการให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา เนื่องจากกิจกรรม Dried grass เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนแก้ปัญหา โดยแสดงแนวคิดลงในใบกิจกรรม ฉะนั้น การทดสอบของขั้นที่ 5 นี้ จึงเป็นการให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนที่ออกมานำเสนอไม่ค่อยมีความกล้าแสดงออก ผู้วิจัยควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกพูด เช่น อาจให้นักเรียนตั้งคำถาม และถามตอบเพื่อนในระหว่างการทำกิจกรรม และผู้วิจัยจะให้นักเรียนหารูปแบบการนำเสนอที่มีความน่าสนใจ อีกทั้งวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนบางกลุ่มยังไม่มี ความสมเหตุสมผลในชิ้นงาน ผู้วิจัยให้นักเรียนกลับไปปรับปรุงชิ้นงานอีกครั้ง 6) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน การนำเสนอของนักเรียนยังขาดความน่าสนใจ และขาดการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเพื่อน ผู้วิจัยควรให้นักเรียนได้นำเสนอความคิดเห็นในรูปแบบที่มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น อีกทั้งการให้คำแนะนำของผู้วิจัยในด้านความรู้วิทยาศาสตร์ยังไม่มากเท่าที่ควร ผู้วิจัยควรเชิญผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญวิชาวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรม เพื่อให้ความรู้ คำแนะนำ หรือให้นักเรียนสอบถามประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มที่

ตาราง 12 สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาในวงจร  
ปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอนที่	ประเด็นที่พบเจอ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นระบุปัญหา	นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาได้ และไม่แบ่งหน้าที่การทำงาน	ควรปรับสถานการณ์ปัญหาให้เข้าใจง่าย อีกทั้งกระตุ้นการทำกิจกรรมของนักเรียน เพื่อให้ร่วมกันทำกิจกรรมกลุ่มมากขึ้น
ขั้นค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	นักเรียนส่วนใหญ่อธิบายข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นหัวข้อสั้น ไม่ได้อธิบายคร่าว ๆ ว่านำไปใช้อะไร	ควรกระตุ้นนักเรียนให้เกิดกระบวนการคิด เพื่อชี้นำไปในการแก้ปัญหา เช่น การใช้คำถาม "นักเรียนคิดว่าที่ดินเป็นหลุมเป็นบ่อเกิดจากสาเหตุใด และนักเรียนควรจะทำอย่างไรดี" มาช่วยในการแก้ปัญหา
ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้หรือออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่ยังไม่สมเหตุสมผล เนื่องจากยังไม่มีกรอบมาตรฐานระหว่างพื้นที่จำลองกับพื้นที่จริง ไม่มีการบอกลักษณะ/ประเภทของสปริงเกอร์และแรงดันที่ใช้ ไม่มีการบอกตำแหน่งที่ตั้งของสปริงเกอร์และรัศมีของน้ำที่กระจายออกไปได้	ควรแนะนำนักเรียนให้แปลสถานการณ์ปัญหาให้รูปในรูปคณิตศาสตร์ก่อน แล้วจะสามารถออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น และย้ำเตือนนักเรียนให้ทำความเข้าใจกับคำชี้แจงให้ละเอียด หรือให้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมได้ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถวางแผนการดำเนินงานที่เป็นขั้นตอนได้ มีการอธิบายข้ามขั้นตอน	ควรอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงขั้นตอนการแก้ปัญหา ตามลำดับ
ขั้นทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา	นักเรียนแต่ละกลุ่มยังอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหายังไม่ชัดเจน อีกทั้งไม่มีความพร้อมในการนำเสนอ	ควรให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาคร่าว ๆ พร้อมถามถึงที่มาที่ไปของการแก้ปัญหา อีกทั้งให้ปรับปรุงชิ้นงานของกลุ่มตนเอง และให้เตรียมความพร้อมสำหรับการนำเสนอ เช่น มีการซ้อมนำเสนอและแบ่งเนื้อหาสำหรับการนำเสนอให้เรียบร้อย ทำ Power point มานำเสนอเพื่อให้ผู้รับฟังได้เข้าใจได้ง่ายและชัดเจนยิ่งขึ้น

## ตาราง 12 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	ประเด็นที่พบเจอ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นนำเสนอ วิธีการ แก้ปัญหา ผล การแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน	นักเรียนที่ออกมานำเสนอไม่ค่อยมีความ กล้าแสดงออก	ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกพูด และหา รูปแบบการนำเสนอที่มีความน่าสนใจ





## วงจรถ่ายปฏิบัติกรที่ 2 เรื่อง Math Mobile

จากผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรถ่ายปฏิบัติกรที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อการก้าวรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยมีรายละเอียดในการดำเนินกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. **ขั้นวางแผน (Plan)** ผู้วิจัยได้นำผลการสะท้อนผลการปฏิบัติกรในวงจรถ่ายปฏิบัติกรที่ 1 มาปรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การหาพื้นที่ (รูปเหลี่ยม) เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งผู้วิจัยจะกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมกันและเพื่อให้นักเรียนได้พยายามใช้ความคิดในการนำความรู้ไปใช้การแก้ปัญหา โดยใช้คำถามในการกระตุ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยจะนำเครื่องชั่งมวลด้วยระบบดิจิทัล ซึ่งเป็นอุปกรณ์ทดลองทางวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีค่าที่ออกมามีความตรงและน่าเชื่อถือ มาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้จากการลงมือทดลอง อีกทั้งได้รับความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กันด้วย นอกจากนี้ได้เชิญผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรม พร้อมกับสะท้อนผลการจัดกิจกรรมในครั้งนี้ด้วย สำหรับในขั้นตอนของทำกิจกรรมจะมีการปรับดังนี้

### 1.1 ขั้นระบุปัญหา

ผู้วิจัยจะกระตุ้นนักเรียนทุกคนให้ช่วยกันทำกิจกรรมทุกคน ไม่ให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งในกลุ่มได้ทำกิจกรรมเพียงคนเดียว โดยใช้คำถาม “หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาสถานการณ์แล้ว นักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์ข้างต้นนั้นคืออะไร” พยายามใช้ความคิดและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา

### 1.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ผู้วิจัยจะกระตุ้นให้นักเรียนทำตามบทบาทหน้าที่ของตนเองในการร่วมกันหาข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยนักเรียนสามารถหาข้อมูลจากใบกิจกรรมหรือจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ที่น่าเชื่อถือได้ เช่น เว็บไซต์ของหน่วยงานทางราชการ เว็บไซต์เรื่องที่นักเรียนสนใจโดยเฉพาะ หรือสอบถามจากผู้ที่มีความเชี่ยวชาญที่ตรงกับเรื่องที่นักเรียนสนใจ เป็นต้น

### 1.3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยจะเน้นย้ำให้นักเรียนได้วางแผนการแก้ปัญหา และออกแบบภาพร่างของชิ้นงานให้สำเร็จ โดยคำนึงถึงเงื่อนไขในสถานการณ์ปัญหานั้นด้วย และเน้นย้ำในเรื่องของเวลาในการทำงานให้ชัดเจน

#### 1.4 ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยจะเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อมแล้วแจกให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ซึ่งประกอบไปด้วย กระดาษสี ตะเกียบสำหรับทำคาน เข็ม ของขวัญ เทปใส และกาว ให้เรียบร้อย นักเรียนไม่ต้องหาอุปกรณ์เอง เพื่อสะดวกต่อการสร้างชิ้นงานและประหยัดเวลาในการทำกิจกรรม

#### 1.5 ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ผู้วิจัยจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงาน ด้วยวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ พร้อมกับนำผลงานจริงของตนเองออกมาให้เพื่อน ๆ และผู้วิจัยได้ชมด้วย ผู้วิจัยจะเชิญผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนี้ เข้ารับฟังและร่วมกันสะท้อนผลจากกิจกรรมในครั้งนี้

#### 1.6 ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ผู้วิจัยจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานอีกครั้ง ทั้งวิธีการแก้ปัญหา วิธีการสร้างผลงาน และดูผลงานหลังจากที่นักเรียนได้รับคำแนะนำจากผู้วิจัยและผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญสะท้อนผลไปในครั้งที่แล้ว

### 2. ชั้นปฏิบัติการ (Action)

เป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา เรื่อง การหาพื้นที่ (รูปเหลี่ยม) เวลา 4 ชั่วโมง

#### 2.1 ชั้นระบุปัญหา

ผู้วิจัยกระตุ้นการเรียนรู้ให้นักเรียนด้วยการเปิดคลิปวิดีโอจาก YouTube เรื่อง การพับกระดาษเป็นถุงของขวัญแบบไม่ใช้กาว Origami Gift Bag มาให้นักเรียนได้ดู ความยาว 5.15 นาที จากนั้นแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม จำนวน 5 กลุ่ม กลุ่มละ 7 คน สำหรับทำกิจกรรม Math Mobile แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์ของปัญหา เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำความเข้าใจกับปัญหาที่ได้รับจนกระทั่งสามารถระบุปัญหาไปในทิศทางเดียวกันของกลุ่มตนเองได้ (ถ้านักเรียนกลุ่มใดยังระบุปัญหาไม่ชัดเจนผู้วิจัยต้องช่วยเหลือกระตุ้นโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจปัญหานั้นได้ชัดเจน)

คำถาม : ในกิจกรรมที่ 2 เรื่อง Math Mobile นักเรียนคิดว่าปัญหาหรือเงื่อนไขคืออะไร

แนวคำตอบ : เงื่อนไขการทำกล่องของขวัญ ต้องเลือกวัสดุ ในการทำกล่อง อาทิ พิวเจอร์บอร์ดหรือกระดาษ และวาดแบบรูปคลี่เพียงชิ้นเดียวบนกระดาษก่อนตัดพับเป็นกล่องของขวัญ ซึ่งรูปคลี่ที่วาดนั้นจะต้องใช้พื้นที่ให้น้อยที่สุดเพื่อเป็นการลดภาวะโลกร้อน และประหยัดวัสดุ

## 2.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรึกษาและพูดคุยแลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่ม รวบรวมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา โดยศึกษาจากใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยแจกให้ หรืออาจให้ค้นคว้าข้อมูลจาก internet ได้ จนกระทั่งนักเรียนสามารถตอบคำถามขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง Math Mobile ได้ (การตอบคำถาม อาจจะเป็นแนวที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา ทั้งด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นต้น)

## 2.3 ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องช่วยกันวางแผนการแก้ปัญหาลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 2 โดยออกแบบชิ้นงานซึ่งกล่องของขวดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด พร้อมบอกวัสดุที่เลือกใช้ วาดภาพร่างรูปคลี่ของกล่องของขวด โดยให้ระบุส่วนประกอบต่าง ๆ และบอกขนาดรูปร่างที่แท้จริง อีกทั้งวาดรูปคลี่ของกล่องของขวดรูปทรงต่าง ๆ พร้อมระบุขนาดและพื้นที่ให้ชัดเจน ลงใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง Math Mobile ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

## 2.4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนเขียนลำดับขั้นตอนของการทำงาน และดำเนินการสร้างชิ้นงานตามแนวคิดที่นักเรียนแต่ละคนได้ออกแบบไว้ ซึ่งอุปกรณ์ต่าง ๆ จะได้จากที่ผู้วิจัยแจกให้

## 2.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเอง โดยบอกถึงเหตุผลในเลือกใช้วัสดุ และรูปแบบของกล่องของขวด พร้อมพื้นที่ทั้งหมดที่ใช้ และพื้นที่ที่เหลือ ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่อย่างไร เมื่อทำการนำเสนอในครั้งแรกเสร็จสิ้นแล้ว ให้แต่ละกลุ่มแก้ไขปรับปรุงพัฒนาผลงานของตนเองอีกครั้ง จากข้อเสนอแนะของเพื่อนร่วมห้อง ผู้วิจัย และผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่เชิญเข้าร่วมในกิจกรรมครั้งนี้

## 2.6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ปรับปรุงผลงานแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดหรือความรู้ในการสร้างชิ้นงาน รวมถึงสิ่งที่ได้ไปปรับปรุงมาใหม่ อีกทั้ง อภิปรายถึงการนำความรู้ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน เพื่อการพัฒนาผลงานต่อไป นอกจากนี้ นักเรียนนำเสนอผลงานถึงการใช้ความรู้เนื้อหาวิชาใดและเรื่องใดบ้างตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในการสร้างสรรค์ผลงานชิ้นนี้ออกมา

### 3. ชั้นสังเกตการณ์ (Observe)

การเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา เรื่อง การหาพื้นที่รูปเหลี่ยม (กิจกรรม Math Mobile) โดยเก็บจากแบบสะท้อนความคิด ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ และเก็บรวบรวมจากใบกิจกรรมของนักเรียน โดยมีประเด็นดังนี้

#### 3.1 การจัดการเรียนรู้เป็นการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์หรือไม่อย่างไร

ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้มีความเห็นตรงกันว่า นักเรียนสามารถบูรณาการความรู้ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ผ่านกระบวนการสะเต็มศึกษา สังเกตได้จาก การนำเสนอผลงานของนักเรียน นักเรียนมีการนำเสนอผลงานได้ดี อธิบายการหาพื้นที่ได้อย่างถูกต้อง และใช้หลักการโมเมนต์ของแรงซึ่งเป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มาอธิบายการทำให้คานอยู่ในภาวะที่มีความสมดุลได้เป็นอย่างดี แต่มีนักเรียนบางกลุ่ม (ส่วนน้อย) ที่ผลงานยังไม่สมบูรณ์ ไม่มีการคำนวณพื้นที่ของกระดาษที่นำมาประกอบกัน ทำให้ยังไม่สามารถนำเสนอผลได้

#### 3.2 ปัญหาและอุปสรรคจากการจัดการเรียนรู้

จากการสะท้อนความคิดของผู้วิจัยสามารถพิจารณาปัญหาและอุปสรรคจากการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้เป็นขั้นตอนดังนี้

##### 3.2.1 ชั้นการระบุปัญหา

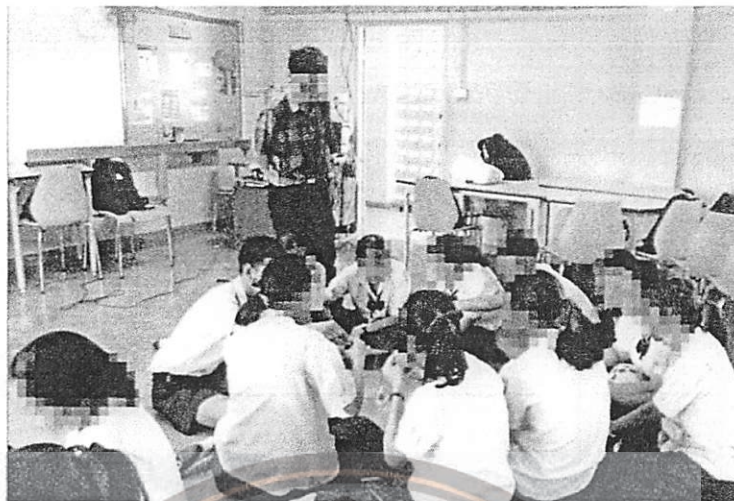
นักเรียนบางกลุ่มยังมีความคลาดเคลื่อนในการระบุปัญหา คือ นักเรียนไม่ได้เขียนเพียงปัญหาลงในใบกิจกรรม แต่นักเรียนเขียนเงื่อนไขของสถานการณ์ลงไปด้วย ดังภาพ 8 ซึ่งนักเรียนอาจมีความสับสนระหว่างปัญหากับเงื่อนไขของสถานการณ์ ดังนั้นผู้วิจัยควรอธิบายให้นักเรียนมีความเข้าใจถึงความหมายของปัญหาและเงื่อนไขของสถานการณ์ให้ชัดเจนว่า มีความแตกต่างกันอย่างไร หรืออาจปรับรูปแบบของสถานการณ์ให้มีความชัดเจนขึ้น โดยการแยกเงื่อนไขออกจากสถานการณ์ปัญหา

##### 3.2.2 ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

นักเรียนบางส่วนไม่ช่วยเพื่อนในกลุ่มระดมความคิด มีการคุย เล่นกัน ผู้วิจัยควรเน้นย้ำนักเรียนถึงการแบ่งหน้าที่ของแต่ละคนให้ชัดเจน ให้ทุกคนมีหน้าที่ที่ต้องรับผิดชอบ

##### 3.2.3 ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

นักเรียนส่วนใหญ่วาดภาพร่างของโมบายทรงคณิตศาสตร์ได้ และมีบางกลุ่มที่วาดได้แต่ยังสามารถระบุขนาดได้ ผู้วิจัยจึงเข้าไปกระตุ้นนักเรียนว่า “ในเมื่อชิ้นงานที่ออกมา กับภาพที่ออกแบบจะต้องเหมือนกัน เราควรจะทำอะไรก่อน งานถึงจะเสร็จได้เร็วขึ้น” ดังภาพ 5



ภาพ 5 ขณะนักเรียนกำลังทำกิจกรรม ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา กิจกรรม Math Mobile

### 3.2.4 ขั้นตอนวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

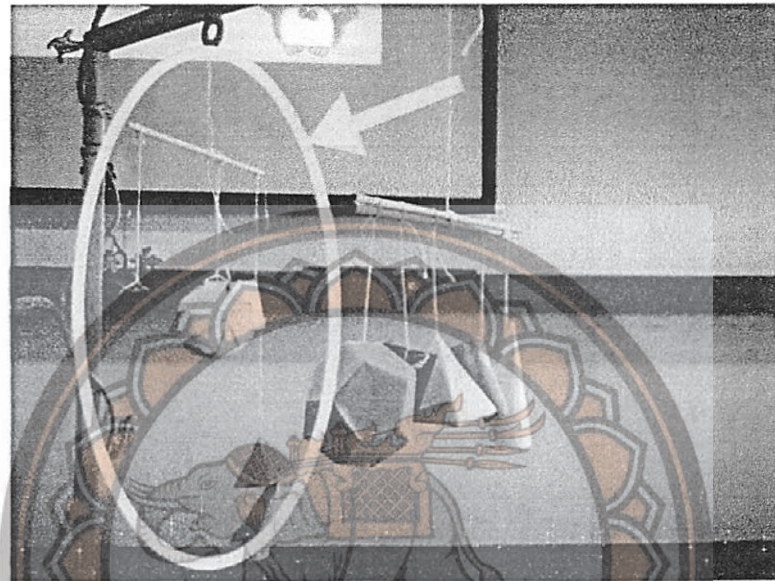
นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถวางแผนการดำเนินงานที่เป็นขั้นตอนได้ มีการอธิบายข้ามขั้น (สว่นน้อย) ซึ่งไม่ได้เริ่มจากการศึกษาปัญหา ลำดับขั้นตอนในการวางแผนการดำเนินงานไม่ครบถ้วน ผู้วิจัยควรอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงขั้นตอนต่าง ๆ ตามลำดับ ขณะการสร้างชิ้นงานอุปกรณ์ของนักเรียนบางกลุ่มไม่เพียงพอ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนกลุ่มดังกล่าวมารับอุปกรณ์เพิ่มเติมหลังคาบเรียน และแนะนำนักเรียนให้ใช้กระดาษ reuse ในการทดลองทำก่อน จะได้ไม่เสียกระดาษที่ใช้ทำจริง ดังภาพ 6



ภาพ 6 การดำเนินการแก้ปัญหา จากกิจกรรม Math Mobile

### 3.2.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาทดสอบความสมดุลของคานโมบายพบว่า คานของนักเรียนบางกลุ่มไม่มีความสมดุล เนื่องจากไม่มีการคำนวณโมเมนต์ของแรง จากปัญหาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยให้นักเรียนนำผลงานไปปรับปรุง แล้วนำเสนออีกครั้ง ดังภาพ 7



ภาพ 7 การทดลองความสมดุลของโมบาย

### 3.2.6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

จากการนำเสนอผลงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม พบว่า ยังมีนักเรียนบางกลุ่ม นำเสนอได้ค่อนข้างดีมีการอธิบายถึงที่มาที่ไปของสมเหตุสมผลในเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แต่ผู้นำเสนอค่อนข้างน้อยมีเพียง 1-2 คน ผู้วิจัยควรแนะนำถึงวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ ควรให้ทุกคนมีบทบาทและมีสื่อการนำเสนอที่น่าสนใจต่อผู้รับฟัง ดังภาพ 8



ภาพ 8 นักเรียนนำเสนอผลงานกิจกรรม Math Mobile

#### 4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากขั้นการสังเกตการณ์เพื่อนำมาวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงแก้ไขในวงจรปฏิบัติการวงจรถัดไป ซึ่งข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข คือ แบบสะท้อนความคิดของผู้วิจัยและของผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการวงจรถัดไปมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น คือ ผู้วิจัยจะกระตุ้นให้นักเรียนในเวลาในการทำกิจกรรมตามที่กำหนดไว้ และกระตุ้นนักเรียนทุกคนให้มีส่วนร่วมในการทำชิ้นงานมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยควรหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ปัญหาและอุปสรรค ได้แก่ 1) การระบุปัญหา นักเรียนบางกลุ่มยังมีความคลาดเคลื่อนในการระบุปัญหา ผู้วิจัยควรอธิบายให้นักเรียนมีความเข้าใจความแตกต่างกันระหว่างความหมายของปัญหาและเงื่อนไขของสถานการณ์ให้ชัดเจน 2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนบางส่วนที่ไม่ช่วยเพื่อนในกลุ่มระดมความคิด มีการคุย เล่นกัน ผู้วิจัยควรเน้นย้ำนักเรียนถึงการแบ่งหน้าที่ของแต่ละคนให้ชัดเจน ให้ทุกคนมีหน้าที่ที่ต้องรับผิดชอบ 3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถ วาดภาพร่างของโมบายทรงคณิตศาสตร์ได้ แต่ยังไม่สามารถระบุขนาด ความยาว และโมเมนต์ของแรงได้ ผู้วิจัยควรกระตุ้นนักเรียนให้นักเรียนแค่ของออกแบบคร่าว ๆ ก่อน ดำเนินการสร้างโมบายแล้วจึงมาวาดภาพที่สมบูรณ์ภายหลัง เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและกระดาษในการสร้างชิ้นงาน 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถวางแผนการดำเนินงานที่เป็นขั้นตอนได้ มีการอธิบายข้ามขั้น ซึ่งไม่ได้เริ่มจากการศึกษาปัญหา ลำดับขั้นตอนในการวางแผนการ

ดำเนินงานไม่ครบถ้วน ผู้วิจัยควรอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงขั้นตอนต่าง ๆ ตามลำดับ ขณะการ  
 สร้างชิ้นงานอุปกรณ์ของนักเรียนบางกลุ่มไม่เพียงพอ ผู้วิจัยควรเตรียมอุปกรณ์สำรองไว้ และ  
 แนะนำนักเรียนให้ใช้กระดาษ reuse ในการทดลองทำก่อน จะได้ไม่เสียกระดาษที่ใช้ทำจริง  
 5) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนบางกลุ่มที่ยังไม่มีการแบ่ง  
 หน้าที่ในการนำเสนองานที่ชัดเจน ยังมีคนใดคนหนึ่งไม่มีบทบาทในการนำเสนอ ผู้วิจัยควรแนะนำ  
 ถึงวิธีการเสนอที่ดี ให้ทุกคนมีบทบาท มีสื่อการนำเสนอที่น่าสนใจต่อผู้รับฟัง

ตาราง 13 สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาในวงจร  
 ปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอนที่	ประเด็นที่พบเจอ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นระบุปัญหา	นักเรียนบางกลุ่มยังมีความ คลาดเคลื่อนในการระบุปัญหา คือ นักเรียนไม่ได้เขียนเพียงปัญหาลงไป ในกิจกรรม แต่นักเรียนเขียนเงื่อนไข ของสถานการณ์ลงไป	ควรอธิบายให้นักเรียนมีความเข้าใจถึง ความหมายของปัญหาและเงื่อนไขของ สถานการณ์ให้ชัดเจนว่ามีความแตกต่างกัน อย่างไร หรืออาจปรับรูปแบบของสถานการณ์ให้ มีความชัดเจนขึ้น โดยการแยกเงื่อนไขออกจาก สถานการณ์ปัญหา
ขั้นค้นหาแนวคิด ที่เกี่ยวข้อง	นักเรียนบางส่วนที่ไม่ช่วยเพื่อนในกลุ่ม ระดมความคิด มีการคุย เล่นกัน	ควรเน้นย้ำนักเรียนถึงการแบ่งหน้าที่ของแต่ละ คนให้ชัดเจน ให้ทุกคนมีหน้าที่ที่ต้องรับผิดชอบ
ขั้นออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา	นักเรียนบางกลุ่ม วาดภาพร่างของโม บายทรงคณิตศาสตร์ได้ แต่มีบางกลุ่ม ที่วาดได้แต่ยังไม่สามารถระบุขนาดได้	ควรกระตุ้นนักเรียนอาจให้สร้างชิ้นงานก่อน แล้ว ค่อยมาวาดทีหลัง เพื่อความสะดวกในการวาด แบบ
การวางแผนและ ดำเนินการ แก้ปัญหา	นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถวางแผน การดำเนินงานที่เป็นขั้นตอนได้ มี การอธิบายข้ามขั้น	ควรอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงขั้นตอนต่าง ๆ ตามลำดับ ขณะการสร้างชิ้นงานอุปกรณ์ของ นักเรียนบางกลุ่มไม่เพียงพอ
ขั้นทดสอบ ประเมินผล และ ปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหา	ผลงานของนักเรียนบางกลุ่มวัตถุตั้ง สองข้างของคานไม่มีความสมดุล เนื่องจากไม่มีการคำนวณโมเมนต์ของ แรง จากปัญหาที่เกิดขึ้น	ควรให้นักเรียนนำผลงานไปปรับปรุง แล้ว นำเสนอในครั้งต่อไป
ขั้นนำเสนอ วิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน	นักเรียนบางกลุ่มนำเสนอได้ค่อนข้างดี อธิบายถึงที่มาที่ไปความสมเหตุผลใน เชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แต่ ผู้นำเสนอค่อนข้างน้อยมีเพียง 1-2 คน	ควรแนะนำถึงวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ และให้ ทุกคนมีบทบาทในการนำเสนอ และมีสื่อการ นำเสนอที่น่าสนใจต่อผู้รับฟัง



### วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง Architect

จากผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาที่มีต่อการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยมีรายละเอียดในการดำเนินกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. **ขั้นวางแผน (Plan)** ผู้วิจัยได้นำผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรที่ 2 มาปรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การหาพื้นที่ (รูปเหลี่ยม) เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งผู้วิจัยจะกระตุ้นนักเรียนให้ทุกคนมีบทบาทหน้าที่ในการทำกิจกรรมมากยิ่งขึ้น เน้นให้นักเรียนนำเสนอผลงานให้ชัดเจนสำหรับการแก้ปัญหาที่ใช้เนื้อหาวิชาใดมาแก้ปัญหาบ้าง อีกทั้ง ได้เชิญผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญในศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ มาให้ความรู้ด้านการต่อวงจรไฟฟ้า และเข้าร่วมกิจกรรม พร้อมกับสะท้อนผลการจัดกิจกรรมในครั้งนี้ด้วย สำหรับในขั้นตอนของการทำกิจกรรมมีดังนี้

#### 1.1 ขั้นระบุปัญหา

ผู้วิจัยจะกระตุ้นนักเรียนทุกคนให้ช่วยกันทำกิจกรรม ร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วจึงระบุปัญหา

#### 1.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ผู้วิจัยจะกระตุ้นให้นักเรียนทำตามบทบาทหน้าที่ของตนเองในการร่วมกันศึกษาข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

#### 1.3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยจะเน้นย้ำให้นักเรียนได้วางแผนการแก้ปัญหา ออกแบบแปลนบ้าน และการต่อวงจรไฟฟ้าให้ชัดเจน

#### 1.4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยจะเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม แล้วแจกให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ซึ่งประกอบไปด้วย หลอดไฟ สายไฟ ขั้วไฟฟ้า ถ่าน และกระดาษหลังรูป นักเรียนไม่ต้องหาอุปกรณ์เอง เพื่อสะดวกต่อการสร้างโมเดลและประหยัดเวลาในการทำกิจกรรม

#### 1.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ผู้วิจัยจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงาน ด้วยวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ พร้อมกับนำผลงานจริงของตนเองออกมาให้เพื่อน ๆ และผู้วิจัยได้ชมด้วย ผู้วิจัยเชิญผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนี้ เข้ารับฟังและร่วมกันสะท้อนผลจากกิจกรรมในครั้งนี้ พร้อมให้นักเรียนปรับปรุงผลงานตามข้อเสนอของเพื่อนนักเรียน ผู้เชี่ยวชาญ และผู้วิจัย

## 1.6 ชี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ผู้วิจัยจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานอีกครั้ง ทั้งวิธีการแก้ปัญหา วิธีการสร้างโมเดล และดูผลงานที่ได้ปรับปรุงให้ดีขึ้นหลังจากที่ได้รับข้อเสนอแนะในครั้งที่แล้ว

### 2. ชั้นปฏิบัติการ (Action)

เป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา เรื่อง การหาพื้นที่ (รูปเหลี่ยม) เวลา 4 ชั่วโมง

#### 2.1 ชั้นระบุปัญหา

ผู้วิจัยสร้างแรงบันดาลใจ เกี่ยวกับอาชีพของสถาปนิกให้กับนักเรียน โดยการนำคลิปวิดีโอจาก YouTube ชื่อว่า "หน้าที่ของสถาปนิก Architect" ให้นักเรียนได้ชม ผู้วิจัยสนทนาเพิ่มเติมกับนักเรียนว่า "หลังจากที่นักเรียนได้ชมวิดีโอแล้ว นักเรียนจะเห็นว่างานของสถาปนิกเป็นงานที่ค่อนข้างท้าทาย และใช้ความรู้ที่หลากหลายในการออกแบบ ในแต่ละครั้งต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ความต้องการของผู้จ้าง วันนี้มีกิจกรรมมาให้นักเรียนได้ท้าทายกันว่า นักเรียนจะเป็นสถาปนิกตัวน้อย ๆ ได้หรือไม่ เราจะเห็นว่างานหลักของสถาปนิก มีหน้าที่ออกแบบบ้าน ตึก อาคารต่าง ๆ ในวันนี้เราจะเรียนสถาปนิกตัวน้อย เริ่มจากการออกแบบบ้านและต่อวงจรไฟฟ้าก่อนละกัน กับกิจกรรมที่มีชื่อว่า Architect " จากนั้นนักเรียนออกเป็นกลุ่ม จำนวน 5 กลุ่ม กลุ่มละ 7 คน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์ของปัญหา เป็นเวลา 5 นาที พร้อมระบุปัญหาที่พบเจอในสถานการณ์ปัญหา

#### 2.2 ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน

คำถาม : นักเรียนจะใช้ความรู้เรื่องใดในวิชาใด มาแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

แนวคำตอบ : วิชาคณิตศาสตร์ ใช้ความรู้เรื่อง การคำนวณพื้นที่ การใช้มาตราส่วน

วิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้การต่อวงจรไฟฟ้า ประเภทต่าง ๆ ทั้งแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม

วิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ใช้ความรู้ศึกษาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือ แล้วให้นักเรียนเขียนข้อมูลที่ร่วมกันศึกษาลงในใบกิจกรรมให้เรียบร้อย

#### 2.3 ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยเน้นย้ำให้นักเรียนออกแบบแปลนบ้านและการต่อวงจรไฟฟ้า พร้อมกับคำนึงถึงเงื่อนไขของสถานการณ์ด้วย ซึ่งแปลนบ้านจะใช้มาตราส่วน 0.5 ซม. ต่อ 1 เมตร

## 2.4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนเขียนลำดับขั้นตอนของการทำงาน และดำเนินการสร้างโมเดลบ้านตัวอย่าง การต่อวงจรไฟฟ้า ตามแนวคิดที่นักเรียนแต่ละได้ออกแบบไว้ ซึ่งอุปกรณ์ต่าง ๆ จะได้จากที่ผู้วิจัยแจกให้ ซึ่งประกอบไปด้วย หลอดไฟ สายไฟ ขั้วไฟฟ้า ถ่าน และกระดาษหลังรูป นักเรียนไม่ต้องการอุปกรณ์เอง เพื่อสะดวกต่อการสร้างโมเดลและประหยัดเวลาในการทำกิจกรรม

## 2.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบการ เปิด-ปิด ไฟฟ้า ในโมเดลบ้านที่สร้างขึ้น ให้สอดคล้องกับเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหา จากนั้นทำการปรับปรุงชิ้นงานจนมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด เมื่อนำเสนอในครั้งแรกเสร็จสิ้นแล้ว ให้แต่ละกลุ่มปรับปรุง หรือพัฒนาผลงานของตนเองจากข้อเสนอแนะของเพื่อน ๆ ผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมรับฟังในครั้งนี้

## 2.6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนออธิบายแนวทางการแก้ปัญหาสถานการณ์ (การออกแบบ) พร้อมทั้งบอกการนำความรู้วิชาใดใน STEM มาแก้ปัญหา หลังจากที่ได้ปรับปรุงผลงานจากข้อเสนอแนะของเพื่อน ๆ ผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญจนมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดแล้ว

## 3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา เรื่อง การหาพื้นที่ (รูปเหลี่ยม) ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้บันทึกผลการสังเกตลงในแบบสะท้อนความคิด และเก็บรวบรวมใบกิจกรรมของนักเรียน โดยมีประเด็นดังนี้

### 3.1 การจัดการเรียนรู้เป็นการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์หรือไม่อย่างไร

ผู้วิจัยสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดการบูรณาการความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนสามารถออกแบบบ้านโดยคำนวณการต่อวงจรไฟฟ้า การติดหลอดไฟของแต่ละห้องว่า ต้องใช้ไฟเท่าใด ต่อพื้นที่เท่าใด และมีการใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือมาประกอบเพื่อการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ประสบผลสำเร็จตามที่ตั้งเป้าไว้ซึ่งสังเกตได้จากการทดสอบชิ้นงาน และการนำเสนอของนักเรียน ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าผู้วิจัยสามารถถ่ายทอดความรู้ในหลายสาขาวิชาให้นักเรียนได้นำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

### 3.2 ปัญหาและอุปสรรคจากการจัดการเรียนรู้

จากการสะท้อนความคิดของผู้วิจัยสามารถพิจารณาปัญหาและอุปสรรคจากการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้เป็นขั้นตอนดังนี้

#### 3.2.1 ขั้นการระบุปัญหา

นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนบางกลุ่ม (ส่วนน้อย) ที่ยังเขียนเงื่อนไขของสถานการณ์ลงในขั้นของระบุปัญหามาด้วย

#### 3.2.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

นักเรียนสามารถวิเคราะห์รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาได้

#### 3.2.3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบแปลนบ้าน และการต่อวงจรไฟฟ้า โดยคำนึงถึงเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนดให้ คือ ไฟ 1 ดวง สามารถส่องสว่างได้อย่างมาก 49 ตารางเซนติเมตร มวตราช้วน 0.5 เซนติเมตร ต่อ 1 เมตร ซึ่งพื้นที่บ้านทั้งหมด 400 ตารางเซนติเมตร

#### 3.2.4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนเขียนลำดับขั้นตอนของการทำงานได้อย่างถูกต้อง และร่วมกันสร้างโมเดลบ้านตามที่ได้ออกแบบไว้อย่างมีความสุข สนุกสนาน มีความตื่นตาตื่นใจในการทำกิจกรรมนี้

ดังภาพ 9



ภาพ 9 การดำเนินการแก้ปัญหา จากกิจกรรม Architect

### 3.2.5 ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

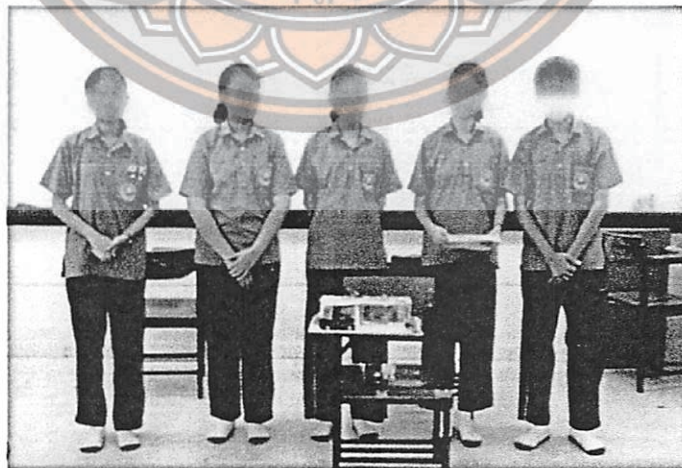
นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอโมเดลหน้าห้องเรียน โดยอธิบายถึงกระบวนการแก้ปัญหา เช่น การต่อวงจรไฟฟ้า การใช้พื้นที่ของห้องในบ้านต่อหลอดไฟ ซึ่งมีเพื่อนๆ ในห้องเรียน ผู้วิจัย และผู้สอนที่เกี่ยวข้องทางวิทยาศาสตร์ให้คำแนะนำกับแต่ละกลุ่ม เพื่อให้แต่ละกลุ่มปรับปรุงผลงานอีกครั้ง ดังภาพ 10



ภาพ 10 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงโมเดลบ้าน

### 3.2.6 ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

นักเรียนสามารถนำความรู้ต่าง ๆ วิชามาบูรณาการเพื่อปัญหาได้ สังเกตได้จากโมเดลบ้านที่นักเรียนทำ และการระบุความรู้แต่ละสาขาวิชาในใบกิจกรรมดังภาพ 11



ภาพ 11 นักเรียนนำเสนอผลงานกิจกรรม Architect

#### 4. ชั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์แล้วระบุปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่จะมีบางกลุ่ม (ส่วนน้อย) ที่ยังไม่เข้าใจของสถานการณ์มาด้วย ดังนั้นผู้วิจัยควรอธิบายความแตกต่างระหว่างปัญหากับเงื่อนไขให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา พบว่า นักเรียนสามารถศึกษาหาข้อมูลและแนวทางที่เกี่ยวข้องกับปัญหามาได้อย่างถูกต้อง โดยหาจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เช่น เว็บไซต์ของหน่วยงานที่ทำเรื่องที่เราต้องการศึกษาโดยตรง หรือจากผู้สอนในสาขาวิชานั้น ๆ ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนร่วมกันออกแบบการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ตามแนวคิดที่ได้ศึกษาไว้ ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนมีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจน มีการดำเนินการแก้ปัญหาที่ดีมีความพร้อม เช่น การเตรียมอุปกรณ์ การแบ่งหน้าที่กันทำส่วนต่าง ๆ ของชิ้นงาน ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานพบว่า นักเรียนมีการทดสอบผลงานของตนเอง พร้อมน้อมรับคำแนะนำของเพื่อน ๆ ในห้อง ผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญ ในการปรับปรุงผลงานของตนเอง ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน พบว่า นักเรียนมีความพร้อมในการนำเสนอชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหามาของตนเอง สามารถบูรณาการความรู้สาขาวิชาต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ดังที่ผู้วิจัยสรุปไว้ในตาราง 14

ตาราง 14 สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาในวงจร  
ปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอนที่	ประเด็นที่พบเจอ	แนวทางการปรับปรุง
ชั้นระบุปัญหา	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่ยังนักเรียนบางกลุ่ม (ส่วนน้อย) ที่ยังไม่เขียนเงื่อนไขของสถานการณ์ลงในชั้นของระบุปัญหามาด้วย	ควรสอบถามกลุ่มนักเรียนที่ยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าเกิดจากประเด็นใด แล้วอธิบายเพิ่มเติม
ชั้นค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	-	-
ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	-	-
การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	-	ควรให้เวลาในการทำเพิ่มขึ้น

## ตาราง 14 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	ประเด็นที่พบเจอ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นตอนที่ ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการ แก้ปัญหา	-	-
ขั้นนำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา ผลการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	-	-



ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยวิเคราะห์การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยตามแนวทางสะเต็มศึกษาในแต่ละวงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม และนำเสนอผลงาน หลังจากนั้นเมื่อดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ครบ 3 วงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้ทำแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ผลดังหัวข้อต่อไปนี้

1. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องการคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การหาพื้นที่ ผู้วิจัยวิเคราะห์การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนโดยใช้ใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 1.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มนักเรียนตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ในสถานการณ์ปัญหา "Dried grass" ดังตาราง 15

ตาราง 15 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แต่ละแบบจากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 1

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (วงจรปฏิบัติการที่ 1)	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แต่ละแบบ (ร้อยละ)			
	แบบ A	แบบ B	แบบ C	แบบ D
1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	1 (14.29)	6 (85.71)	0 (00.00)	0 (00.00)
2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	6 (85.71)	1 (14.29)	0 (00.00)	0 (00.00)
3. การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	0 (00.00)	6 (85.71)	1 (14.29)	0 (00.00)



หมายเหตุ : ระดับคุณภาพด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์  
 แบบ A หมายถึง สามารถแปลปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์  
 แบบ B หมายถึง สามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อทำ  
 ให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น  
 แบบ C หมายถึง สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง  
 แบบ D หมายถึง ไม่สามารถคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ได้ทั้ง 3  
 แบบ หรือคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ได้ไม่  
 ถูกต้อง

ระดับคุณภาพด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการ  
 แก้ปัญหา

แบบ A หมายถึง สามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์  
 ไปใช้ในการแก้ปัญหา

แบบ B หมายถึง สามารถใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่  
 ถูกต้องหรือเหมาะสม

แบบ C หมายถึง สามารถคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
 ไปใช้

แบบ D หมายถึง ไม่สามารถใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการ  
 แก้ปัญหาได้ทั้ง 3 แบบ หรือใช้หลักการและกระบวนการทาง  
 คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง

ระดับคุณภาพด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

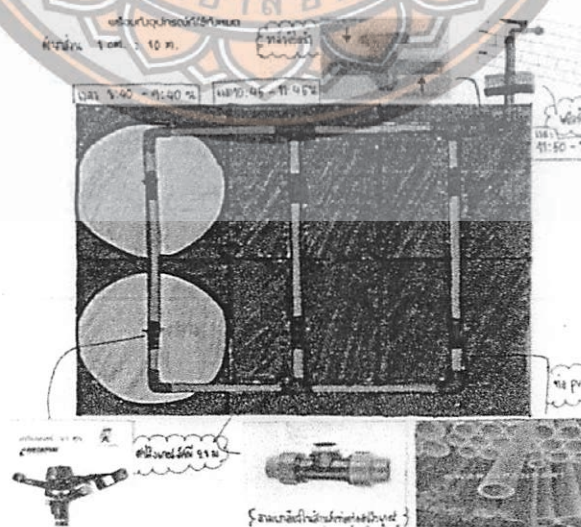
แบบ A หมายถึง สามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทาง  
 คณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหา

แบบ B หมายถึง สามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทาง  
 คณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิต

แบบ C หมายถึง สามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทใน  
 ชีวิตจริง

แบบ D หมายถึง ไม่สามารถการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้  
 ทั้ง 3 แบบ หรือตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้  
 ไม่ถูกต้อง

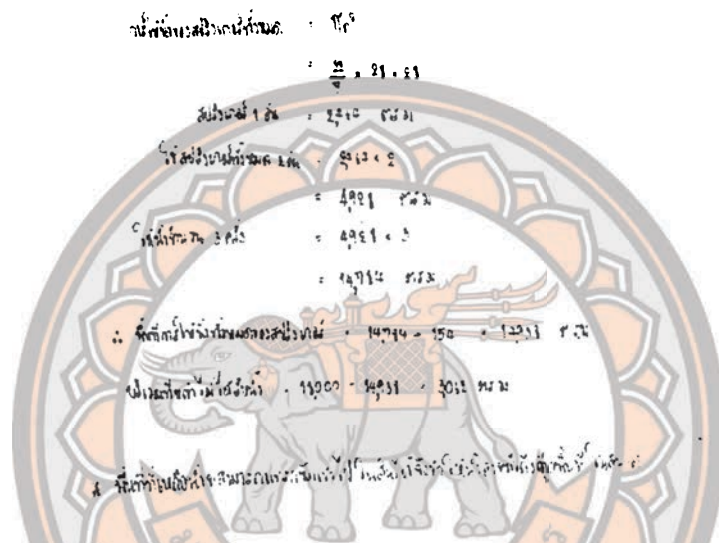
จากข้อมูลในตาราง 15 เมื่อพิจารณาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มพบว่า ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ จำนวน 6 กลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 85.71 เกิดการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์แบบ B นั่นคือ นักเรียนสามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้นได้ และจำนวน 1 กลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 14.29 เกิดการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์แบบ A นั่นคือ นักเรียนสามารถแปลปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ จำนวน 6 กลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 85.71 เกิดการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบ A นั่นคือ นักเรียนสามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ และจำนวน 1 กลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 14.29 เกิดการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบ B นั่นคือ นักเรียนสามารถใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสมได้ ด้านการตีความและประเมินผลลัพท์ทางคณิตศาสตร์นักเรียนส่วนใหญ่ จำนวน 6 กลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 85.71 เกิดการตีความและประเมินผลลัพท์ทางคณิตศาสตร์แบบ B นั่นคือ นักเรียนสามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตได้ และจำนวน 1 กลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 14.29 เกิดการตีความและประเมินผลลัพท์ทางคณิตศาสตร์แบบ C นั่นคือ นักเรียนสามารถตีความผลลัพท์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบและแสดงแนวคิดที่ชี้ให้เห็นการรู้เรื่องคณิตศาสตร์บางด้าน ดังภาพ 12 และ ภาพ 13



ภาพ 12 แสดงการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์แบบ B จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพ 12 เป็นการออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหาการให้น้ำของสนามหญ้าโดยนักเรียนมีการทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น นั่นคือ มีการวาดภาพจำลองของสนามหญ้าโดยใช้มาตราส่วนที่เหมาะสมการใช้รูปเรขาคณิต 2 มิติ เพื่อการแก้ปัญหา

2. แสดงวิธีการคำนวณการให้ของอุปกรณ์ให้เขต เรขาคณิตของพื้นที่บริเวณที่หญ้าได้รับน้ำ



ภาพ 13 แสดงการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาแบบ A จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพ 13 เป็นการแก้ปัญหาสถานการณ์โดยการแสดงการคำนวณพื้นที่ของสนามหญ้าที่ได้รับน้ำ และไม่ได้รับน้ำ จะเห็นได้ว่านักเรียนมีการใช้นักกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา

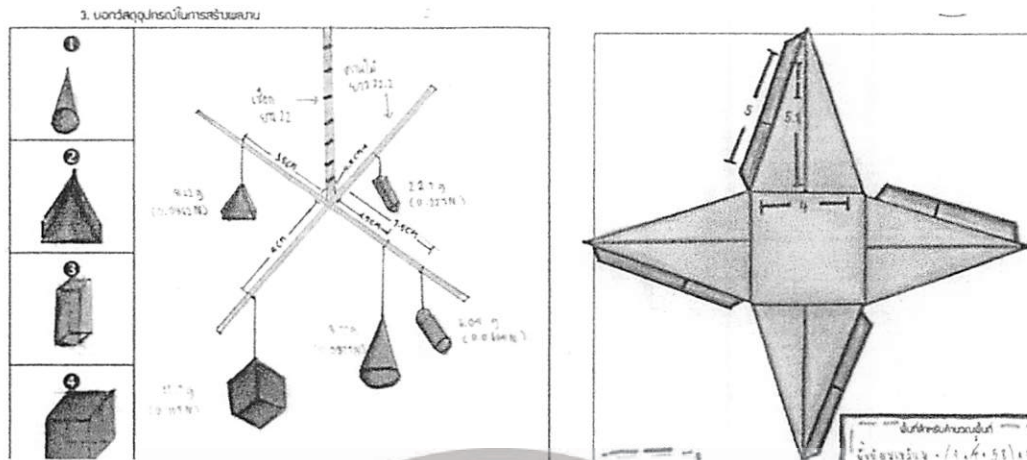
## 1.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 2 ในสถานการณ์ปัญหา "Math Mobile" ดังตาราง 16 ตาราง 16 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 2

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (วงจรปฏิบัติการที่ 2)	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แต่ละแบบ (ร้อยละ)			
	แบบ A	แบบ B	แบบ C	แบบ D
1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	0 (00.00)	7 (100.00)	0 (00.00)	0 (00.00)
2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	7 (100.00)	0 (00.00)	0 (00.00)	0 (00.00)
3. การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	2 (28.57)	5 (71.43)	0 (00.00)	0 (00.00)

จากข้อมูลในตาราง 16 เมื่อพิจารณาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มพบว่า ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนทุกกลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100.00 เกิดการคิดสถานการณ์ของปัญหาเชิงคณิตศาสตร์แบบ B นั่นคือ นักเรียนสามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้นได้ ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา นักเรียนทุกกลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100.00 เกิดการทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายแบบ A นั่นคือ นักเรียนสามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ จำนวน 5 กลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 71.43 เกิดการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์แบบ B นั่นคือ นักเรียนสามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตได้ และจำนวน 2 กลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 28.57 เกิดการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์แบบ A นั่นคือ นักเรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบและแสดงแนวคิดที่ชี้ให้เห็นการรู้เรื่องคณิตศาสตร์บางด้าน ดังภาพ 14 และภาพ 15



ภาพ 14 แสดงการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์แบบ B จากไปกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพ 14 เป็นการออกแบบโมบายรูปทรงคณิตศาสตร์โดยนักเรียนมีการทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปร่างง่ายเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น นั่นคือมีรูปทรงคณิตศาสตร์ที่จะต้องให้รูปได้บ้าง มีการระบุห่างของวัตถุ ความยาวต่าง ๆ อีกทั้งมีการวาดรูปคลี่เรขาคณิตศาสตร์เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณหาพื้นที่

พื้นที่สำหรับคำนวณพื้นที่

$$\begin{aligned} \text{สูตร พท.วงกลม} &= (\pi r^2) 2 \\ &\approx 2 \times 3.14 \times 1.5 \times 1.5 \\ &\approx 14.13 \text{ ตร.ซม.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พท.ผิวข้าง} &= \text{ความยาวรอบรูป} \times \text{สูง} \\ &\approx 9.42 \times 5 \\ &\approx 47.1 \text{ ตร.ซม.} \end{aligned}$$

$$\text{พท.ทั้งหมด} = 14.13 + 47.1 + 4.125 = 65.355 \text{ ตร.ซม.}$$

ภาพ 15 แสดงการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาแบบ A จากไปกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพ 15 เป็นการแก้ปัญหาสถานการณ์โดยการแสดงการคำนวณพื้นที่ผิวของรูปทรงเรขาคณิต จะเห็นได้ว่านักเรียนมีการใช้นักกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา

### 1.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 3 ในสถานการณ์ปัญหา “Architect” ดังตาราง 17

ตาราง 17 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 3

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (วงจรปฏิบัติการที่ 2)	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แต่ละแบบ (ร้อยละ)			
	แบบ A	แบบ B	แบบ C	แบบ D
1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	0 (00.00)	7 (100.00)	0 (00.00)	0 (00.00)
2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	7 (100.00)	0 (00.00)	0 (00.00)	0 (00.00)
3. การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	00.00	7 (100.00)	0 (00.00)	0 (00.00)

จากข้อมูลในตาราง 17 เมื่อพิจารณาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มพบว่า ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนทุกกลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100.00 เกิดการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์แบบ B นั่นคือ นักเรียนทั้งหมดสามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้นได้ ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา นักเรียนทุกกลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100.00 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาแบบ A นั่นคือ นักเรียนทั้งหมดสามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนทุกกลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100.00 ตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์แบบ B นั่นคือ นักเรียนทั้งหมดสามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตได้

## 2. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องการคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ผู้วิจัยวิเคราะห์ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยใช้แบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยแบ่งการ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และการตีความและประเมิน ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดจากข้อคำถามจำนวน 3 สถานการณ์ ได้แก่ สวนสาธารณะ ร้านไอศกรีม และการรั่วไหลของน้ำมัน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตาราง 18 แสดงจำนวนนักเรียนตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากแบบวัดการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาพื้นที่ จากสถานการณ์ที่ 1 (สวนสาธารณะ)

สถานการณ์ที่ 1 (สวนสาธารณะ)	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แต่ละแบบ (ร้อยละ)			
	แบบ A	แบบ B	แบบ C	แบบ D
1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิง คณิตศาสตร์	0 (00.00)	29 (82.86)	6 (17.14)	0 (00.00)
2. การใช้หลักการและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	9 (25.72)	14 (40.00)	10 (28.57)	2 (5.71)
3. การตีความและประเมินผลลัพธ์ทาง คณิตศาสตร์	7 (20.00)	2 (5.71)	4 (11.43)	22 (62.86)

จากตาราง 18 พบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในสถานการณ์ที่ 1 (สวนสาธารณะ) ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ มีนักเรียนร้อยละ 82.86 สามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ ง่ายขึ้นได้ และร้อยละ 17.14 สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ ด้าน การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ มีนักเรียนร้อยละ 25.72 สามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ร้อยละ 40.00 สามารถใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสมได้ ร้อยละ 28.57 สามารถคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ และ ร้อยละ 5.71 ไม่สามารถใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ทั้ง 3 แบบ หรือสามารถใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง ส่วนด้าน การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ มีนักเรียนร้อยละ 20.00 สามารถอธิบายความ

สมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาได้ ร้อยละ 5.71 สามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหามathematics ในบริบทของปัญหาชีวิตได้ ร้อยละ 11.43 สามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ และร้อยละ 62.86 ไม่สามารถการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ทั้ง 3 แบบ หรือสามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบและแสดงแนวคิดที่ชี้ให้เห็นการรู้เรื่องคณิตศาสตร์บางด้าน ดังภาพ 16 และภาพ 17



ภาพ 16 แสดงการการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์แบบ B โดยทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น

เพื่อหาส่วนสี่เหลี่ยมเป็นรูปครึ่งวงกลม รัศมีหรือสูตร  $\frac{\pi r^2}{2}$  แทนวงกลม  
พื้นที่ทั้งหมด จะได้ 15.7 ตารางเมตร  
เงาเงาแบ่งทงเงาไม้ 3 ม แล้ว พท.ของส่วนสี่เหลี่ยมที่ใช้ปลูก  
ดอกไม้คือ ไม้ 3 ม เป็นรูปครึ่งวงกลม รัศมีหรือสูตร  $\frac{\pi r^2}{2}$  เหมือนกัน  
จะได้ 25.12 ตารางเมตร #  
และ นอกจากนี้เงาของไม้ต้นเดิมได้ตัดด้วย คือ  $15.7 - 25.12 = 131.99$  ตร.ม.

ภาพ 17 แสดงการการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์แบบ A โดยอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหา



ตาราง 19 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาพื้นที่ จากสถานการณ์ที่ 2 (ร้านไอศกรีม)

สถานการณ์ที่ 2 (ร้านไอศกรีม)	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แต่ละแบบ (ร้อยละ)			
	แบบ A	แบบ B	แบบ C	แบบ D
1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	0 (00.00)	17 (48.57)	13 (37.14)	5 (14.29)
2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	14 (40.00)	10 (28.57)	6 (17.14)	5 (14.29)
3. การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	6 (17.14)	15 (42.86)	8 (22.86)	6 (17.14)

จากตาราง 19 พบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในสถานการณ์ที่ 2 (ร้านไอศกรีม) ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ มีนักเรียนร้อยละ 48.57 สามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้นได้ร้อยละ 37.14 สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ และร้อยละ 14.29 ไม่สามารถคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ได้ทั้ง 3 แบบ หรือสามารถคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ มีนักเรียนร้อยละ 40.00 สามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ร้อยละ 28.57 สามารถใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสมได้ ร้อยละ 17.14 สามารถคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ และร้อยละ 14.29 ไม่สามารถใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ทั้ง 3 แบบ หรือสามารถใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง ส่วนด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ มีนักเรียนร้อยละ 17.14 สามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาได้ ร้อยละ 42.86 สามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตได้ ร้อยละ 22.86 สามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ และร้อยละ 17.14 ไม่สามารถการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ทั้ง 3 แบบ หรือสามารถการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบและแสดงแนวคิดที่ชี้ให้เห็นการรู้เรื่องคณิตศาสตร์บางด้าน ดังภาพ 18 และภาพ 19

คำถามที่ 2 จงแสดงการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา  
(แสดงการคำนวณในแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้)

พท ๐ มีคน ๓ คน  
 = 450  
 = 225 คน

พท ๐ มีคน ๓ คน  
 = 300  
 = 75 คน

พท ๐  
 =  $\frac{1}{7}$  คน  
 =  $\frac{1}{2} \times 15$   
 = 1.5 คน

ภาพ 18 แสดงการการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาแบบ A โดยนักกฎเกณฑ์ ชั้นตอนวิธิ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา

คำถามที่ 3 จงตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์  
(อธิบายเพิ่มเติมจากผลลัพธ์ของการคำนวณในคำถามข้อที่ 2 เพื่อสรุปความสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้)

1) คนที่มีเงิน ๓ คน มีเงิน ๓ คน  
 2) คนที่มีเงิน ๓ คน มีเงิน ๓ คน  
 3) คนที่มีเงิน ๓ คน มีเงิน ๓ คน

ภาพ 19 แสดงการการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์แบบ A โดยอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหา

ตาราง 20 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาพื้นที่ จากสถานการณ์ที่ 3 (การรั่วไหลของน้ำมัน)

สถานการณ์ที่ 3 (การรั่วไหลของน้ำมัน)	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แต่ละแบบ (ร้อยละ)			
	แบบ A	แบบ B	แบบ C	แบบ D
1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	0 (00.00)	12 (34.29)	11 (31.42)	12 (34.29)
2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	6 (17.14)	5 (14.29)	9 (25.71)	15 (42.86)
3. การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	3 (8.57)	5 (14.29)	3 (8.57)	24 (68.57)

จากตาราง 20 พบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในสถานการณ์ที่ 3 (การรั่วไหลของน้ำมัน) ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ มีนักเรียนร้อยละ 34.29 สามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบง่ายเพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้นได้ ร้อยละ 31.42 สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ และร้อยละ 34.29 ไม่สามารถคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ได้ทั้ง 3 แบบ หรือสามารถคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา มีนักเรียนร้อยละ 17.14 สามารถนำกฎเกณฑ์ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ร้อยละ 14.29 สามารถใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสมได้ ร้อยละ 25.71 สามารถคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ และร้อยละ 42.86 ไม่สามารถใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ทั้ง 3 แบบ หรือสามารถใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง ส่วนด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ มีนักเรียนร้อยละ 8.57 สามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาได้ ร้อยละ 14.29 สามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตได้ ร้อยละ 8.57 สามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ และร้อยละ 68.57 ไม่สามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ทั้ง 3 แบบ หรือสามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบและแสดงแนวคิดที่ชี้ให้เห็นการรู้เรื่องคณิตศาสตร์บางด้าน ดังภาพ 20 และภาพ 21



ตาราง 21 เปรียบเทียบระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาพื้นที่ ทั้ง 3 สถานการณ์

ระดับคะแนน	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แต่ละแบบ (ร้อยละ)											
	แบบ A			แบบ B			แบบ C			แบบ D		
สถานการณ์	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	00.00	00.00	00.00	82.86	48.57	34.29	17.14	37.14	31.42	00.00	14.29	34.29
2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	25.72	40.00	17.14	40.00	28.57	14.29	28.57	17.14	25.71	5.71	14.29	42.86
3. การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	20.00	17.14	8.57	5.71	42.86	14.29	11.43	22.86	8.57	62.86	17.14	68.57

หมายเหตุ : S1 หมายถึง สถานการณ์ที่ 1  
S2 หมายถึง สถานการณ์ที่ 2  
S3 หมายถึง สถานการณ์ที่ 3

จากตาราง 21 จะเห็นว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความสามารถแบบ B นั่นคือ นักเรียนสามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้นได้ ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา จะเห็นได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความสามารถแบบ A และ B นั่นคือ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ หรือนักเรียนสามารถใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสมได้ เนื่องจากทั้ง 2 แบบ มีความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงกัน จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามได้เท่า ๆ กัน ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ จะเห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความสามารถแบบ D นั่นคือ นักเรียนไม่สามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ทั้ง 3 แบบ หรือตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง ผู้วิจัยสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมอย่างไม่เป็นทางการ พบว่า นักเรียนไม่ถนัดในการอธิบายด้วยการเขียน แต่เมื่อผู้วิจัยลองสอบถามประเด็นคำถามในแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถตอบได้ถึงแหล่งที่มาต่าง ๆ ที่นำมา

สู่ผลลัพธ์ นั้นหมายความว่านักเรียนมีการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ แต่ยังไม่สามารถเขียนเรียบเรียงออกมาได้



## บทที่ 5

### บทสรุป

การวิจัยเชิงปฏิบัติการผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 35 คน ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในภาคตะวันตก ดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การหาพื้นที่ (วงกลม) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การหาพื้นที่ (รูปเหลี่ยม) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การหาพื้นที่ (รูปเหลี่ยม) แผนละ 4 ชั่วโมงรวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง โดยมีเครื่องมือในการวิจัยดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีผลการวิจัยดังนี้

#### สรุปผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ พบว่า ผู้วิจัยได้อธิบายแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ในขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

##### ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ในขั้นนี้ผู้สอนใช้วิดีโอ ภาพ เพื่อท้าทายความคิดของนักเรียน และกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยกล่าวถึงสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง หรือเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคย สถานการณ์ปัญหานั้นต้องมีความชัดเจน มีความน่าสนใจ และให้ระบุประเด็นปัญหาออกมาสำเร็จ อาจมีการแยกเงื่อนไขของจากปัญหาเพื่อให้นักเรียนไม่เกิดความสับสน ซึ่งสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมานั้นจะเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผลการเรียนรู้ เรื่อง การคำนวณ

พื้นที่ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้มาใช้ในสถานการณ์ปัญหาดังกล่าว ดังนั้นผู้วิจัยควรสร้างสถานการณ์ปัญหาให้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ เรื่อง การคำนวณ พื้นที่ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ไปในสถานการณ์ปัญหา ซึ่งสถานการณ์ ปัญหาควรมีความชัดเจนในเรื่องของปัญหา และเงื่อนไข เพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงกระบวนการในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และควรนักเรียนได้ศึกษา ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาเป็นรายบุคคลก่อน เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง แล้วไปแลกเปลี่ยนความรู้ หรือแนวคิดของตนเองกับเพื่อนในกลุ่มได้รับฟังกัน เพื่อนำไปสู่การสรุปการระบุปัญหาของสถานการณ์ ซึ่งขั้นนี้จะนำไปสู่การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ได้

### ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ในขั้นนี้ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาว่าใช้ความรู้ วิชาใด เรื่องใด มาช่วยในแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ ทั้งนี้ผู้วิจัยอาจมีใบความรู้ให้กับนักเรียน เพื่อสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม หรือให้นักเรียนสืบค้นจากแหล่งข้อมูลอื่นก็ได้ จากนั้นให้นักเรียน นำข้อมูลที่ได้ออกมาแลกเปลี่ยนกัน ว่ามีความเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร แนวทางในการแก้ปัญหา อยู่ในทิศทางเดียวกันหรือไม่ แล้วสรุปเป็นความคิดรวบยอดของกลุ่ม แล้วพิจารณาถึงความ เป็นไปได้ สำหรับแก้ไขสถานการณ์ปัญหา แล้วบันทึกความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรม ขั้นที่ 2 ในระหว่างที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรม ผู้วิจัยอาจกระตุ้นนักเรียนให้เกิดกระบวนการคิดเพื่อ ชี้นำไปในการแก้ปัญหา เช่น การใช้คำถาม “นักเรียนคิดว่าที่ดินเป็นหลุมเป็นบ่อเกิดจากสาเหตุใด และนักเรียนควรจะทำอย่างไร วิชาใด มาช่วยในการแก้ปัญหานี้อย่างไร” และถามถึงหน้าที่ของนักเรียนแต่ละคนว่ามีหน้าที่อะไรกันบ้าง ให้มีหน้าที่ทุกคน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำหน้าที่ของตนเอง และไม่คุยเล่นกันในระหว่างการทำกิจกรรม

### ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบวิธีการแก้ปัญหาจากแนวคิด ความรู้ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้สืบค้นมาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่นักเรียนได้เขียนลงในใบกิจกรรมขั้นที่ 2 นำข้อมูลเหล่านั้นมาบูรณาการกัน เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยผู้วิจัยควรเน้นย้ำเรื่อง ของเงื่อนไขของสถานการณ์ว่า การแก้ปัญหานั้นจะต้องสอดคล้องกับเงื่อนไขด้วย อีกทั้งกระตุ้นให้ นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการดำเนินการให้เป็นระเบียบ เพื่อจะได้ไม่มีนักเรียนที่ไม่มีหน้าที่ ซึ่งอาจทำให้นักเรียนนั้นคุยหรือเล่นกันในระหว่างการทำกิจกรรมของเพื่อนในกลุ่ม ซึ่งขั้นนี้จะไปสู่การรู้เรื่อง



คณิตศาสตร์ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ และด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้

#### ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้ผู้สอนนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวางแผนดำเนินการ โดยเขียนลำดับขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ และดำเนินการแก้ไขปัญหาสถานการณ์ดังกล่าว ตามแนวคิดและวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วนักเรียนอาจจะทำขั้นที่ 4 ก่อนขั้นที่ 3 ก็สามารทำได้ เนื่องจากว่า การออกแบบก่อน แล้วดำเนินการสร้างนวัตกรรมหรือแก้ปัญหาตามนั้นอาจใช้เวลานานกว่าสร้างนวัตกรรมหรือดำเนินการแก้ปัญหาตามที่คิดไว้ แล้วค่อยกลับไปเขียนการออกแบบที่หลัง หรือจะออกแบบคร่าว ๆ แล้วดำเนินการแก้ปัญหาให้เสร็จสิ้น จึงกลับไปเขียนแบบที่ชัดเจนถูกต้อง ตามมาตราส่วนที่คิดไว้ จะใช้เวลาได้เร็วกว่า อีกทั้งในขั้นนี้

#### ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ในขั้นนี้ผู้สอนนักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียนว่าแก้ปัญหาได้หรือไม่ สถานการณ์ใดที่ไม่มีผลงาน ให้นักเรียนแสดงแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาแทน ถ้านักเรียนได้ทดสอบผลงานเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัย ผู้เชี่ยวชาญ และเพื่อนนักเรียนในห้อง ร่วมกันแสดงความคิดเห็น เสนอแนะความคิดเห็นต่าง ๆ ข้อดี ข้อเสีย แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน แล้วให้กลุ่มนักเรียนที่ออกมาทดสอบผลงานหน้าห้องเรียนกลับไปปรับปรุงผลงานอีกครั้งตามความเหมาะสม ซึ่งขั้นนี้จะไปสู่การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ และด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้

#### ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ในขั้นนี้ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดหรือความรู้ในการแก้ปัญหา รวมถึงแนวคิดในการปรับปรุงและผลที่ได้จากการปรับปรุง อีกทั้งร่วมกันอภิปรายถึงการนำความรู้ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน วิเคราะห์เพื่อถอดความรู้ที่เกี่ยวข้องตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ได้แก่ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ โดยวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ อาจมีสื่อหรือไม่มีก็ได้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของแต่ละกลุ่ม ซึ่งขั้นนี้จะสามารถเห็นภาพรวมทั้งหมดของกระบวนการในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของแต่ละกลุ่มจึงสามารถนำไปสู่การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้

นอกจากแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทั้ง 6 ขั้นตอน ยังสิ่งที่ควรตระหนักถึงมีเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

#### 1. การกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอน

ควรกำหนดเวลาให้มีความเหมาะสม คำนึงถึงความเป็นจริงในการจัดการเรียนการสอนว่าสามารถทำได้หรือไม่ ความสะดวกของสถานที่ทำกิจกรรม ความยากง่ายของแก้ปัญหาสถานการณ์นั้น ๆ

#### 2. การทบทวนความรู้เดิมที่มีความเกี่ยวข้องกับแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้น ๆ

ควรทบทวนความรู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาสถานการณ์นั้น ๆ ก่อน เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้พื้นฐานสำหรับนำไปต่อยอดหรือบูรณาการกับความรู้อื่น ๆ เป็นองค์ความรู้ใหม่ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้

#### 3. การกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรม

ควรกระตุ้นนักเรียนให้ทำกิจกรรมทุกคน เพื่อไม่ให้มีนักเรียนที่ว่างคุ้ยระบบกวนสมาธิเพื่อนที่กำลังทำกิจกรรมอยู่

#### 4. การเลือกสถานการณ์ปัญหา

ควรเลือกสถานการณ์ที่มีความตื่นเต้น ทำทายนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากทำกิจกรรม หรือเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง เพื่อให้ นักเรียนเห็นถึงประโยชน์ในการทำกิจกรรม



2. ผลการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการศึกษารูเรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### 2.1 การคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์

ผลจากแบบวัดการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมการคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ได้ โดยเห็นจากจำนวนนักเรียนที่สามารถตอบคำถามข้อ 1 ของแต่ละสถานการณ์ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ด้านการคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น (การคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์แบบ B) มีจำนวนนักเรียนที่สามารถตอบคำถามได้มากที่สุด การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง (การคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์แบบ C) และการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์ (การคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์แบบ A) มีจำนวนนักเรียนที่สามารถตอบคำถามได้รองลงมาตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลจากใบกิจกรรม ที่นักเรียนสามารถใช้กระบวนการคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ได้

### 2.2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

ผลจากแบบวัดการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ โดยเห็นจากจำนวนนักเรียนที่สามารถตอบคำถามข้อ 2 ของแต่ละสถานการณ์ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา (การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาแบบ A) มีจำนวนนักเรียนที่สามารถตอบคำถามได้มากที่สุด การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม (การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาแบบ B) และการคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ (การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาแบบ C) มีจำนวนนักเรียนที่สามารถตอบคำถามได้รองลงมาตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลจากใบกิจกรรม ที่นักเรียนสามารถใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้

### 2.3 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

ผลจากแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษายังไม่สามารถพัฒนาการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เท่าที่ควร โดยเห็นได้จากจำนวนนักเรียนที่สามารถตอบคำถามข้อ 3 ของแต่ละสถานการณ์ ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนไม่สามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ มีจำนวนมากที่สุด แต่ยังมีจำนวนนักเรียนส่วนน้อยที่สามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ คือ ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหามathematics ในบริบทของปัญหาชีวิต สามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหา และสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ แต่มีจำนวนน้อย ไม่สอดคล้องกับผลการวิจัยระหว่างการจัดการเรียนรู้

ผลการวิจัยจากใบกิจกรรมและแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กระบวนการแสดงให้เห็นว่าในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยภาพรวมนักเรียนส่วนใหญ่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังนี้ ด้านการคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์แบบ B ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาแบบ A และด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์แบบ B และหลังการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ใน 2 ด้าน คือด้านการคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์แบบ B และด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาแบบ A และ แบบ B ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยระหว่างการจัดการเรียนรู้ ส่วนด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการวิจัยระหว่างการจัดการเรียนรู้

## อภิปรายผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ด้วยการสำรวจและวิเคราะห์ปัญหาในชั้นเรียน ศึกษาค้นคว้าเอกสาร แนวทางที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา จึงและวางแผนและสร้างเครื่องมือในการวิจัยโดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอคำแนะนำ หลังจากนั้นจึงดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้และในระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้จึงได้บันทึกและสังเกตพฤติกรรมจัดการเรียนรู้เพื่อสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และนำผลที่ได้ไปปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้อีกในวงจรต่อไปให้ให้มีประสิทธิภาพมาก และสอดคล้องกับ ไพศาล วรคำ (2552) กล่าวว่า การวิจัยในชั้นเรียนหรือการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เป็นการวิจัยที่มุ่งเน้นค้นหาความจริงเกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนในชั้นเรียน เพื่อนำความรู้ความจริงที่ได้รับมาเพื่อใช้แก้ปัญหาการเรียนของนักเรียนในเรื่องหนึ่ง ๆ หรือเพื่อใช้แก้ปัญหาและพัฒนาการสอนของผู้สอน และการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา โดยแต่ละขั้นตอนมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

### ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ในขั้นนี้ผู้สอนกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยการใช้วิดีโอ ภาพ หรือสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ ทำทลายความคิดของนักเรียน ซึ่งสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นเกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยอาศัยความรู้เหล่านี้แก้ปัญหาผ่านกระบวนการทางวิศวกรรม เช่น กิจกรรม Dried grass ผู้วิจัยได้สร้างสถานการณ์ขึ้นมาว่า ในสภาวะโลกร้อน ณ ปัจจุบัน ได้มีโรงเรียนชื่อดังแห่งหนึ่ง ประสบปัญหาหญ้าในสนามฟุตบอลของโรงเรียนตายจำนวนมาก หญ้ามีลักษณะสีเหลืองส้มหรือน้ำตาลแดง เป็นสีดำเมื่อแก่แล้ว ทำให้มองดูเป็นสนิม หญ้าจะขึ้นเป็นเพียงบางจุด พื้นที่ส่วนมีลักษณะเป็นหลุมเป็นบ่อ สีของดินบริเวณที่หญ้าขึ้นจะลักษณะเป็นสีดำ ส่วนบริเวณที่หญ้าไม่ขึ้นจะมีลักษณะเป็นสีน้ำตาล ทั้งที่ผู้ดูแลก็ใส่ปุ๋ยคอก และให้น้ำเป็นประจำ อีกทั้งพื้นที่ดังกล่าวแสงแดดก็ส่องถึง และมีสปริงเกอร์คอยฉีดให้น้ำอยู่แล้ว จำนวน 2 ตัว แต่ละตัวมีรัศมี 7 เมตร จะมีวิธีการใดบ้างที่สามารถปรับปรุงคุณภาพของดินที่เสียหายได้ อีกทั้งจะมีวิธีการให้น้ำสนามหญ้าอย่างไรที่สามารถให้น้ำได้ทั่วพื้นที่ ซึ่งงบประมาณในการแก้ไขปัญหาค้างนี้ได้ประหยัดที่สุดแต่มีประสิทธิภาพผลมากที่สุด ในการจัดซื้ออุปกรณ์ในการให้น้ำ (หญ้าจะฟื้นฟูได้ดี ต้องได้รับน้ำอย่างน้อย 1 ซม. มีเวลาให้น้ำ 8.00-14.00 น. ) จากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าว ซึ่งใน

กิจกรรมนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้เกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ และมาตราส่วน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงคู่ปฏิกิริยา-แรงปฏิกิริยา และการปรับปรุงคุณภาพของดิน และวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่อง การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือ ดังนั้นผู้วิจัยควรสร้างสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวข้องกับปัญหาในชีวิตจริง หรือมีความน่าสนใจ และสามารถนำความรู้วิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยีมาช่วยกันแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับ สสวท. (2557) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต และยังสอดคล้องกับ พรทิพย์ ศิริภักทราชัย (2556) ที่กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจน วิธีการสอนของแต่ละสาขามารวมผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน และยังสอดคล้องกับ จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558, หน้า 64) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาว่า ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และท้าทายการคิดของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้

#### ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ในขั้นนี้ผู้สอนให้นักเรียนร่วมกันศึกษาหาข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และแนวทางในการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนร่วมกันหาข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกันแสดงความคิดเห็นของตนเองและเพื่อนในกลุ่มจนเกิดข้อสรุป แล้วเขียนข้อมูลความรู้แนวทางการแก้ปัญหาจากวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ลงในใบกิจกรรม โดยที่ผู้วิจัยเป็นผู้คอยกระตุ้นนักเรียนในการทำกิจกรรมและอำนวยความสะดวกในเรื่องต่าง ๆ ทั้งสื่อการเรียนรู้ หรืออุปกรณ์ในการทำกิจกรรม เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับ Reeve (2013) ได้เสนอหลักสำคัญว่า การเลือกวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับสะเต็มศึกษานั้น ที่นิยม ใช้กันมากได้แก่ วิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-based learning) ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้บนฐานคิดที่ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาแนวคิดหรือค้นคว้าหา

คำตอบ ผ่านการทดลอง รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเองโดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก

### ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำงานออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือออกแบบชิ้นงานให้ชัดเจนโดยคำนึงถึงปัญหาและเงื่อนไขของสถานการณ์ ซึ่งนำความรู้ที่จากขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มาร่วมกันแก้ปัญหา โดยในขั้นนี้ผู้วิจัยต้องเตรียมอุปกรณ์ให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่มให้มีความเพียงพอ เพื่อไม่ให้เป็นการเสียเวลา เพราะถ้านักเรียนไม่มีอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมจะทำให้นักเรียนว่าง และคุยกันในคาบเรียน เตรียมความพร้อมในด้านของเนื้อหาให้เป็นอย่างดีเพื่อที่จะสามารถให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่อกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนได้ อีกทั้งต้องมีการกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมให้ชัดเจน ตรงต่อเวลา ซึ่งสอดคล้องกับ Roberts (2013 อ้างอิงใน สิริณากิจเกื้อกูล, 2557, หน้า 104-109) การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อม มีการกำหนดเวลาทำงาน อีกทั้งต้องมีการตรวจสอบความคิดของนักเรียน เช่น อาจตั้งคำถามให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่ออกแบบไว้ และพยายามไม่ให้นักเรียนหลงประเด็น นอกจากนี้ต้องให้นักเรียนบันทึกการทำงานของกลุ่มตน

### ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา โดยเขียนลำดับขั้นตอนการทำงานตั้งแต่ศึกษาปัญหาจนกระทั่งนักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาก็ได้ แล้วดำเนินการแก้ไขปัญหาสถานการณ์นั้น ๆ ตามแนวคิดและวิธีการที่ได้ออกแบบไว้จากขั้นที่ 3 หรืออาจจะมีนักเรียนบางกลุ่ม ที่ทำขั้นที่ 4 ก่อน หมายถึง นักเรียนกลุ่มนั้นได้ดำเนินการแก้ปัญหาก่อน ซึ่งไม่ได้ออกแบบขั้นที่ 3 ไว้ชัดเจน เนื่องจาก นักเรียนมีความคิดว่าต้องการทราบขนาด และสัดส่วนของอุปกรณ์ที่ทำเสร็จแล้วที่แท้จริงก่อน แล้วจะนำไปวาดลงในขั้นที่ 3 ที่เดียว เพื่อไม่ให้เป็นการเสียเวลาดังนั้นในขั้นนี้ผู้วิจัยให้คำแนะนำนักเรียนอย่างใกล้ชิด ทั้งในเรื่องการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ การให้ความรู้ในขณะทีนักเรียนกำลังดำเนินการแก้ไขปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้ดำเนินการอย่างราบรื่นหาวิธีการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานจนสำเร็จ

### ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ในขั้นนี้ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาทดสอบชิ้นงานของตนเองหน้าชั้นเรียน พร้อมบอกถึงวิธีการ และกระบวนการในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์นั้น โดยมีผู้วิจัย ผู้เชี่ยวชาญ (ผู้สอนวิทยาศาสตร์) และเพื่อนนักเรียนคอยรับฟัง แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็น และให้

ข้อเสนอแนะจนครบทุกกลุ่ม หลังจากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานของตนเองอีกครั้งตามข้อเสนอที่ได้แล้วเตรียมนำเสนอในชั้นที่ 6 โดยผู้วิจัยควรมีการตั้งคำถามให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อกระตุ้นความคิดนักเรียนให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ เพื่อสะท้อนความคิดของนักเรียนออกมา ซึ่งสอดคล้องกับ Roberts (2013 อ้างอิงใน สิริภา กิจเกื้อกุล, 2557, หน้า 104-109) ที่ว่าผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานการออกแบบหน้าชั้นเรียน จากนั้นกระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มอื่นๆ ตั้งคำถามและให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานนั้น ซึ่งนักเรียนจะต้องบันทึก ข้อเสนอแนะของผู้สอนและเพื่อนนักเรียนไว้เพื่อการปรับปรุงแก้ไขผลงานทำให้นักเรียนจะได้ฝึกการคิดวิจารณ์ญาณควบคู่ไปด้วย

ชั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ในชั้นนี้ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานหน้าชั้นเรียน ผลการพัฒนาชิ้นงานที่ได้ไปปรับปรุงจากคำแนะนำในชั้นที่ 5 มาอธิบายถึงกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ ความรู้วิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่ผ่านกระบวนการทางวิศวกรรม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่รับฟัง และสามารถพัฒนาความคิดต่อยอดไปได้ โดยผู้วิจัยคอยให้คำแนะนำและประเด็นเพิ่มเติมที่นักเรียนยังอธิบายไม่ครบถ้วนหรืออธิบายคลาดเคลื่อน ซึ่งสอดคล้องกับ สสวท. (2555) ที่ว่า การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป



2. ผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้วิเคราะห์จากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ทั้ง 2 ชนิด ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการจัดการเรียนรู้จำแนกตามกระบวนการการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังนี้

### 2.1 การคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น โดยมีร่องรอยแสดงวิธีการคิดของนักเรียนส่วนใหญ่ที่ชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนสถานการณ์ที่กำหนดให้ ให้อยู่ในรูปของคณิตศาสตร์ นั่นคือ การวาดภาพแล้วระบุสิ่งที่โจทย์ให้มา ซึ่งทำให้นักเรียนเห็นภาพรวมของสถานการณ์แล้วแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการจัดกิจกรรมที่ทำตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีการออกแบบเป็นขั้นตอนสำคัญขั้นตอนหนึ่งของกิจกรรม จึงทำให้นักเรียนมีทักษะในการเปลี่ยนสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้เป็นอย่างดี ส่วนการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง และการแปลปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์ มีจำนวนนักเรียนที่แสดงความสามารถได้รองลงมา ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของกมลกานต์ ศรีธิ และคณะ (2561) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้เกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก และงานวิจัยของกำธร คงอรุณ และคณะ (2559) พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีสมรรถนะการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับสูง ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความคล้ายกับงานวิจัยนี้ที่นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านย่อยที่ถนัดเพียงหนึ่งด้านสำหรับในการแก้ปัญหาสถานการณ์นั้น ๆ และยังสอดคล้องกับแนวคิดของ สสวท. (2557) ที่ว่า ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นพื้นฐานเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น และส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงกันระหว่างกลุ่มสาระวิชา ซึ่งนำไปสู่การออกแบบการแก้ปัญหาโดยการคิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ได้

## 2.2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถในการนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีร่องรอยแสดงวิธีการคิดของนักเรียนส่วนใหญ่ที่ชี้ให้เห็นถึงการใช้สูตรทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา นั่นคือ การที่นักเรียนใช้สูตรการหาพื้นที่ของวงกลม ที่เหลี่ยมต่าง ๆ มาคำนวณเพื่อแก้ปัญหาในกิจกรรม เป็นต้น ส่วนการใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม และการคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้มีจำนวนนักเรียนที่แสดงความสามารถได้รองลงมา ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากเนื้อหาเรื่องการคำนวณพื้นที่มีลักษณะสำคัญที่ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปทรงต่าง ๆ จึงเอื้อต่อการใช้สูตรการหาพื้นที่ทางเรขาคณิต และไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหา อาทิ เช่น สถานการณ์จากแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ข้อ 3 ที่ให้นักเรียนหาพื้นที่การรั่วไหลของน้ำมันทั้งหมด โดยจากการตรวจแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะเห็นได้ว่า นักเรียนแต่ละคนได้มีการแบ่งรูปใหญ่ของเป็นรูปเรขาคณิตเล็ก ๆ ทั้งวงกลม และรูปเหลี่ยมต่าง ๆ ตามแต่ความถนัด แล้วหาพื้นที่แต่ละรูปย่อยมารวมกันเป็นพื้นที่ทั้งหมด รวมถึงสถานการณ์อาจจะไม่ได้ถูกออกแบบให้ใช้กลยุทธ์ที่หลากหลายด้วย อาจนำไปสู่ข้อค้นพบที่ว่า การใช้หลักการทางคณิตศาสตร์มาช่วยแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นด้วย เช่น ลักษณะธรรมชาติของเนื้อหาและการออกแบบสถานการณ์ สำหรับผลจากแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนเลือกใช้ทั้งแบบ A และ B พอ ๆ กัน ซึ่งสองวิธีนี้มีความเกี่ยวข้องกันคือ เป็นวิธีที่นำไปใช้แก้ปัญหาได้ง่ายสำหรับสถานการณ์ที่ไม่มีความซับซ้อน อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ก็แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับ รุ่งทิวา บุญมาโตน (2561) ที่พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานส่งผลให้เกิดการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ และการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหายอยู่ในระดับดีมาก และงานวิจัยของ Scott (2012) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยม 10 แห่ง ในประเทศสหรัฐอเมริกา ทำให้นักเรียนที่เข้าร่วมการเรียนแบบ STEM มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีกว่า นักเรียนระดับเดียวกันที่ไม่ได้เข้าร่วมการเรียนแบบ STEM

### 2.3 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ เห็นได้จากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 3 ของแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มีจำนวนนักเรียนที่ไม่สามารถตอบคำถามในข้อนี้ได้หรือตอบได้แต่ไม่ถูกต้องจำนวนมาก จากการสอบถามสาเหตุของนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม พบว่า 1) นักเรียนไม่รู้ว่าจะเรียบเรียงหรืออธิบายผลลัพธ์อย่างไร 2) นักเรียนไม่รู้วิธีการหาคำตอบเลยจึงไม่สามารถตีความหรืออธิบายได้ 3) นักเรียนทำแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไม่ทัน เนื่องจากนักเรียนมีกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างช้า อีกทั้งสถานการณ์มีความซับซ้อน แต่เวลาในการทำค่อนข้างน้อยเกินไป อีกทั้งในระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทำกิจกรรมในรูปแบบกลุ่ม อาจจะทำให้ความสามารถในการตีความและประเมินผลลัพธ์ไม่ได้เกิดขึ้นกับนักเรียนทุกคน ซึ่งกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่อาจจะต้องใช้เวลาในการปลูกฝัง เนื่องจากนักเรียนเคยชินกับแก้ปัญหาที่สิ้นสุดเพียงได้มาซึ่งคำตอบเท่านั้น แต่ระหว่างการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มก็แสดงผลการวิจัยว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในด้านนี้ได้ เป็นจุดที่ผู้วิจัยคงต้องไปทำการศึกษาต่อไป

ทั้งนี้การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านย่อยของแต่ละกระบวนการมีความสัมพันธ์กัน เช่น ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง (การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์แบบ C) เป็นพื้นฐานสำคัญสู่การทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบอย่างง่ายเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น (การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์แบบ B) และการแปลปัญหาให้อยู่ในรูปแบบภาษาทางคณิตศาสตร์ (การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์แบบ A) นอกจากนี้ปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้ด้านย่อยของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในแต่ละกระบวนการนั้นขึ้นอยู่กับรูปแบบของโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ด้วย

#### ข้อเสนอแนะ

##### 1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้

1.1 การเลือกสถานการณ์ปัญหาเพื่อจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ควรมีความน่าสนใจ สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้เกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา ทำทนายความคิด ความสามารถของนักเรียน จึงจะเป็นกิจกรรมที่นักเรียนอยากเรียนรู้และมีความสุข พร้อมกับได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดของนักเรียนด้วย

1.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรมีความรู้ในสาขาอื่นที่สัมพันธ์กับการทำกิจกรรม หรืออาจเชิญผู้สอนในสาขาอื่นที่สัมพันธ์กันมาร่วมจัดการเรียนรู้ด้วย

## 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นมีขั้นตอนที่นักเรียนต้องออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงานอาจส่งผลถึงทักษะการคิดสร้างสรรค์ได้

2.2 ควรศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากการวิจัยนี้ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ยังไม่สามารถส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้เท่าที่ควร





## บรรณานุกรม

- กมลกานต์ ศรีธิ, วรินทร์ สุภาพ และรัชฎา วิริยะพงศ์. (2561). การวิจัยปฏิบัติการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 13(37), 1.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กำธร คงอรุณ. (2561). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- โครงการ PISA แห่งประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ตัวอย่างข้อสอบคณิตศาสตร์ PISA 2012*. (มปป). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.เจ.พรินติ้ง.
- โครงการ PISA แห่งประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ตัวอย่างข้อสอบประเมินนานาชาติ PISA คณิตศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- จักรเพชร สุริยะกมล. (2559). ผลของการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อการรู้เท่าทันและพฤติกรรมกรแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ด., มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- จำรัส อินทลาภาพร มารุต พัฒผล วิชัย วงษ์ใหญ่ และศรีสมร พุ่มสะอาด. (2558). แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*, 8(1), 61-73.
- ชลธิป สมานิติ. (2557). เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การจัดกิจกรรมบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับปฐมวัย. เมื่อวันที่ 18 มกราคม และ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 ณ สมาคมอนุบาลแห่งประเทศไทย.

- นงนุช เอกตระกูล. (2558). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. งานวิจัยทางการศึกษา โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี.
- นัสนรินทร์ บือชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, 2 (2), 49-56.
- มนตรี จุฬาววัฒนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand and STEM Ambassadors). สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 42(185), 14-18.
- มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์. (2559). การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสะเต็มศึกษาเพื่อการสร้างสรรคชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา. วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม., มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.
- ไพศาล วรคำ. (2552). การวิจัยทางการศึกษา. กภาพสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2556). วิจัยเชิงคุณภาพทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รุ่งทิวา บุญมาโตน, วรินทร์ สุภาพ และรัชฎา วิริยะพงศ์. (2561). การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. *วารสารวิทยการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 29(2), 59.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์
- ศานิกานต์ เสนีวงศ์. (2556). การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาด้วยกบไอริงามิ. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.), 42(185), 10-13.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2555). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-net) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560*. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 เมษายน 2560, จาก [http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3\\_2560.pdf](http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3_2560.pdf)

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ. (2557).  
**สะเต็มศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 1). มปท.**
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). **การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับศตวรรษที่ 21.**  
 เพชรบูรณ์: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สิริพัชร เจษฎาวิโรจน์. (2556). **การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2556.**  
 จาก [http://www.edu.ru.ac.th/aspfile/knowledge\\_research/การจัดการเรียนรู้\\_แบบบูรณาการ.pdf](http://www.edu.ru.ac.th/aspfile/knowledge_research/การจัดการเรียนรู้_แบบบูรณาการ.pdf)
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). **สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.), 42(186), 3-5.**
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2558, มกราคม-กุมภาพันธ์), **“การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21” นิตยสาร สสวท 43(192) ; 14-17.**
- สุวิมล ว่องวานิช. (2557). **การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 17).** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2555). **สรุปการบรรยายพิเศษเรื่องสะเต็มศึกษาและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (STEM Education and Creativity Enhancement).** สืบค้นเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2557, จาก <http://www.chancoaching.rbru.ac.th/images/stem.pdf>
- อัมพร ม้าคนอง. (2557). **คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม. (พิมพ์ครั้งที่ 1).** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Bellanca, J. and Brandt, R.(2010). **21st Century Skills, Rethinking How Students learn.** Bloomington, IN: Solution Tree.
- Han, S., Capraro, R. and Capraro, M., M. (2014). **How Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Project-based Learning (PBL) affects High, Middle and Low Achievers Differently: The Impact of Student Factors on Achievement.**
- Reeve Edward M. (May, 2013). **Implementing Science, Technology, Mathematics, and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN. A Report Prepared for the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).** Bangkok: IPST. Retrieved August 8, 2013, from <http://specialproject.ipst.ac.th/index.php/module-styles/news?id=141>



Schmuck, R. (2006). *Practical action research for change*. California: Corwin Press.

Scott, C. (2012). An Investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High School in the U.S. *Journal of STEM Education*, 13(5), 30-39.

TDRI. (2010). *21st Century Skills Rethinking How students learn*. <http://www.tdri.or.th>





ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การค้นคว้าอิสระ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พัฒน์  
อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น  
นางกรรณิการ์ สุดชะ  
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ  
โรงเรียนรัตนราษฎร์บำรุง จังหวัดราชบุรี  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย  
นางวันทนา ฮึกหาญสูัดรุ  
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ  
โรงเรียนรัตนราษฎร์บำรุง จังหวัดราชบุรี

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง  
สะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่

ตาราง 22 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง  
สะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
<b>1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้</b>			
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
1.2 ข้อความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
1.3 สามารถวัดผลประเมินผลได้	3.67	0.58	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	4.11	0.58	เหมาะสมมาก
<b>2. ด้านสาระการเรียนรู้</b>			
2.1 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่ายและน่าสนใจ	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
2.4 กำหนดสาระการเรียนรู้เนื้อหาเหมาะกับเวลาเรียน	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	4.75	0.29	เหมาะสมมากที่สุด
<b>3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน</b>			
3.1 กิจกรรมมีขั้นตอนถูกต้องเหมาะสม	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดมโนทัศน์	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.4 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
3.5 กิจกรรมเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
3.6 ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน	3.67	1.15	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	4.50	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
<b>4. ด้านสื่อการเรียนการสอน</b>			
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 สอดคล้องกับกิจกรรมในแต่ละวัน	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
4.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	4.33	1.15	เหมาะสมมาก
4.5 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
4.6 ระบุสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
4.7 ใบกิจกรรมมีความน่าสนใจ	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.71</b>	<b>0.49</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>
<b>5. ด้านการวัดผลประเมินผล</b>			
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ตัวชี้วัด	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้เหมาะสม	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.67</b>	<b>0.38</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>
<b>ค่าเฉลี่ยของทุกด้าน</b>	<b>4.58</b>	<b>0.45</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>

**ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา**  
**เรื่อง การคำนวณพื้นที่**  
**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การคำนวณพื้นที่ (วงกลม)**  
**(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

**คำชี้แจง**

แบบประเมินการจัดการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง การหาพื้นที่ ที่มีต่อกรูเรื่อง คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใช้สำหรับ ผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โปรดกากเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งระดับความคิดเห็นที่ 5 ระดับ ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้</b>					
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้					
1.2 ข้อความชัดเจนและเข้าใจง่าย					
1.3 สามารถวัดผลประเมินผลได้					
<b>2. ด้านสาระการเรียนรู้</b>					
2.1 ถูกต้องตามหลักวิชาการ					
2.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ / ตัวชี้วัด					
2.3 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่ายและน่าสนใจ					
2.4 กำหนดสาระการเรียนรู้เนื้อหาเหมาะกับเวลาเรียน					
<b>3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน</b>					
3.1 กิจกรรมมีขั้นตอนถูกต้องเหมาะสม					
3.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
3.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดมโนทัศน์					
3.4 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา					
3.5 กิจกรรมเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
3.6 ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน					
<b>4. ด้านสื่อการเรียนการสอน</b>					
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ / ตัวชี้วัด					
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
4.3 สอดคล้องกับกิจกรรมในแต่ละวัน					
4.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ					
4.5 ได้รับความสนใจของผู้เรียน					
4.6 ระบุสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม					
4.7 ใ้กิจกรรมมีความน่าสนใจ					
<b>5. ด้านการวัดผลประเมินผล</b>					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ตัวชี้วัด					
5.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
5.3 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้เหมาะสม					

บันทึกความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงนามผู้เชี่ยวชาญ.....

( )

ตำแหน่ง.....

วันเดือนปี.....

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การ  
คำนวณพื้นที่

ตาราง 23 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง  
การคำนวณพื้นที่

ที่	ชื่อสถานการณ์	คำถามที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	สวนสาธารณะ ร้านไอศกรีม	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2	สวนสาธารณะ ร้านไอศกรีม	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3	สวนสาธารณะ	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC มากกว่า 0.6 ขึ้นไป ถือว่าแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณ  
พื้นที่ มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้สามารถนำไปใช้ได้



## ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
3. ใบกิจกรรม
4. แบบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การคำนวณพื้นที่  
ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 3 (STEM Education)  
รายวิชา ค20205 คณิตศาสตร์เสริมทักษะ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
เรื่อง การคำนวณพื้นที่ (รูปเหลี่ยม) เวลาเรียน 4 คาบ  
ผู้สอน นายชาญณรงค์ เพ็ชรไทย

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัดช่วงชั้น
สาระหลัก : คณิตศาสตร์	มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับ การวัด มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การ ให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ ความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และ การนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ม.2/1 ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและ พื้นที่แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ม.3/2 ใช้ความรู้ทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการ แก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่าง เหมาะสม ม.3/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และ สรุปผลได้อย่างเหมาะสม ม.3/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทาง คณิตศาสตร์ในการสื่อสารการสื่อ ความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่าง ถูกต้องและชัดเจน ม.3/5 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ นำความรู้ หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ ม.3/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
สาระรอง : วิทยาศาสตร์	มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจ ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับ การดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและ สิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้และไปใช้ประโยชน์	ม.3/4 สังเกตและอภิปรายการต่อ วงจรไฟฟ้าในบ้านอย่างถูกต้อง และ ปลอดภัยและประหยัด

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัดช่วงชั้น
สาระรอง : การงานอาชีพ และเทคโนโลยี	มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้ กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการ สืบค้นข้อมูลการเรียนรู้ การสื่อสาร การ แก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมี ประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม	ป.5/1 ค้นหา รวบรวมข้อมูลที่สนใจ และเป็นประโยชน์จากแหล่งข้อมูล ต่างๆ ที่เชื่อถือได้ตรงตามวัตถุประสงค์

## 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

### ด้านความรู้

สาระหลัก 1. นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการพื้นที่รูปเหลี่ยมแก้ปัญหาใน  
สถานการณ์ต่างๆ

สาระรอง 2. นักเรียนสามารถอภิปรายการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านอย่างถูกต้อง

สาระรอง 3. นักเรียนสามารถค้นหา รวบรวมข้อมูลที่สนใจ และเป็นประโยชน์จาก  
แหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เชื่อถือได้ตรงตามวัตถุประสงค์ได้

### ด้านทักษะและกระบวนการ

1. นักเรียนใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

2. นักเรียนให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

3. นักเรียนสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารการสื่อ  
ความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

4. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้หลักการ  
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

5. นักเรียนสามารถมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนมีระเบียบวินัย

2. นักเรียนใฝ่เรียนรู้

3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

### สมรรถนะการรู้คณิตศาสตร์

1. นักเรียนสามารถการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

2. นักเรียนสามารถใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

3. นักเรียนสามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

### 3. สารสำคัญ

#### คณิตศาสตร์

การใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาพื้นที่แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ เป็นการนำความรู้การหาพื้นที่ สี่เหลี่ยมมุมฉาก สี่เหลี่ยมด้านขนาน สี่เหลี่ยมคางหมู สามเหลี่ยม อื่นๆ มาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ

#### วิทยาศาสตร์

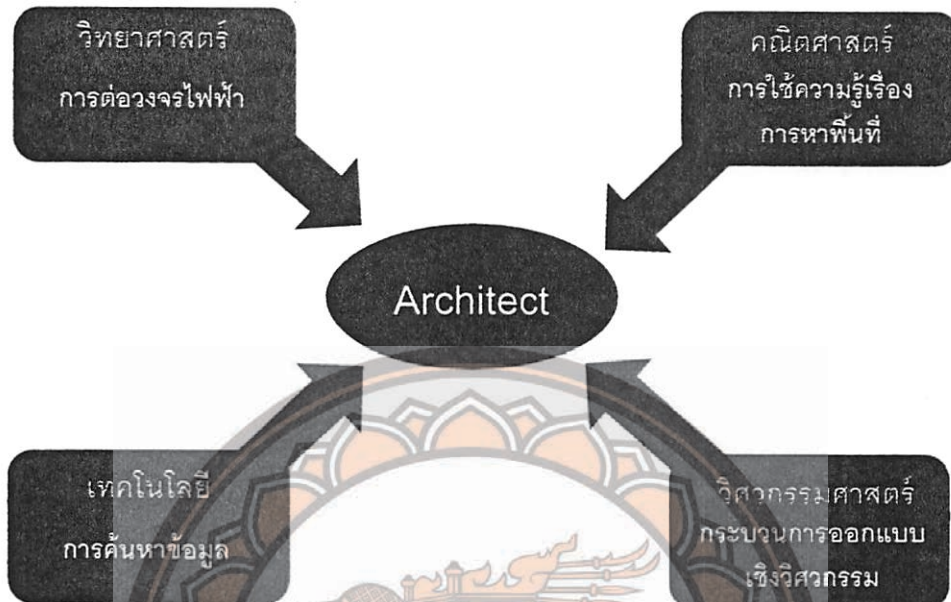
การต่อวงจรไฟฟ้าสามารถแบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ

1. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Circuit) คือ การต่อวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสในวงจรไหลผ่านโหนดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าเพียงเส้นทางเดียว มีคุณสมบัติคือ กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรอนุกรม จะมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลจากแหล่งกำเนิด แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจรจะมีค่าน้อย แต่ว่าแรงดันที่ตกคร่อมเพิ่มขึ้นเมื่อรวมกัน จะมีแรงดันเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด ความต้านทานรวมของวงจร จะมีค่ามากกว่าความต้านทานตัวที่น้อยที่สุดที่ต่ออยู่ในวงจร
2. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน (Parallel Circuit) คือ การต่อวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสในวงจรไหลแยกเป็นหลายทางผ่านโหนดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัว มีคุณสมบัติคือ กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรขนาน จะมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าย่อยที่ไหลในแต่ละสาขาของวงจรรวมกัน แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจร จะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด ความต้านทานรวมของวงจร จะมีค่าน้อยกว่าความต้านทานตัวที่น้อยที่สุดที่ต่ออยู่ในวงจร
3. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม (Compound Circuit) คือ วงจรไฟฟ้าที่มีการต่อวงจรทั้งอนุกรมและขนานผสมกัน

#### การงานอาชีพและเทคโนโลยี

ลักษณะของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ มีการรวบรวมข้อมูลอย่างมีหลักเกณฑ์ มีเหตุผล และมีการอ้างอิง จึงให้ข้อมูลที่ถูกต้อง ตรงตามความเป็นจริง ตัวอย่างแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ มีดังนี้ 1. เจ้าของข้อมูล 2. หน่วยงานหรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน 3. หน่วยงานของรัฐ

4. ผังความคิดรวบยอด



5. สารการเรียนรู้

คณิตศาสตร์

การใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่แก้ปัญหามโนสถานการณ์ต่างๆ

วิทยาศาสตร์

การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านต้องออกแบบวงจร ติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างถูกต้อง โดยการต่อสวิตช์ แบบอนุกรม ต่อเต้ารับขนาน เพื่อความปลอดภัยต้องต่อสายดินและฟิวส์ รวมทั้งต้องคำนึงถึงการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด

การงานอาชีพและเทคโนโลยี

การค้นหา รวบรวมข้อมูลที่สนใจและเป็นประโยชน์จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เชื่อถือได้ ตรงตามวัตถุประสงค์

วิศวกรรมศาสตร์

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มี 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ชั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ชั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

## 6. การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้

### ด้านความรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน
1. นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการพื้นที่รูปเหลี่ยม แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถอภิปรายการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านอย่างถูกต้อง	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
3. นักเรียนสามารถค้นหา รวบรวมข้อมูลที่สนใจ และเป็นประโยชน์จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เชื่อถือได้ตรงตามวัตถุประสงค์ได้	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

### ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน
1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
2. นักเรียนให้เหตุผลในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
3. นักเรียนสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารการสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
4. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆในคณิตศาสตร์และนำความรู้หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
5. นักเรียนสามารถมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน
1. นักเรียนมีระเบียบวินัย	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
2. นักเรียนใฝ่เรียนรู้	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

## การรู้เรื่องคณิตศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน
1. นักเรียนสามารถการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับพอใช้ขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับพอใช้ขึ้นไป
3. นักเรียนสามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับพอใช้ขึ้นไป

## 7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

## คาบที่ 1

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)

- ครูสร้างแรงบันดาลใจ เกี่ยวกับอาชีพของสถาปนิกให้กับนักเรียน โดยการนำคลิปวิดีโอจาก YouTube ชื่อว่า "หน้าที่ของสถาปนิก Architect สถาปนิก" ให้นักเรียนได้ชม





เมื่อนักเรียนชมคลิปวิดีโอเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูสนทนาเพิ่มเติมกับนักเรียนว่า “หลังจากที่นักเรียนได้ชมวิดีโอแล้ว นักเรียนจะเห็นว่างานของสถาปนิกเป็นงานที่ค่อนข้างท้าทาย และใช้ความรู้ที่หลากหลายในการออกแบบ ในแต่ละครั้งต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ความต้องการของผู้จ้าง วันนี้ครูมีกิจกรรมมาให้นักเรียนได้ท้าทายกันว่า นักเรียนจะเป็นสถาปนิกตัวน้อยๆ ได้หรือไม่ เราจะเห็นว่างานหลักของสถาปนิก มีหน้าที่ออกแบบบ้าน ตึก อาคารต่างๆ ในวันนี้เราจะเห็นสถาปนิกตัวน้อยๆ เริ่มจากการออกแบบบ้านและต่อวงจรไฟฟ้าก่อนละกัน กับกิจกรรมที่มีชื่อว่า Architect ”

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (40 นาที)

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (10 นาที)

จะเกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ได้แก่

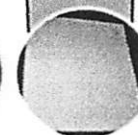
“การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์”

- การการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง

- ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม จำนวน 5 กลุ่ม กลุ่มละ 7 คน สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง Architect แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์ของปัญหา เป็นเวลา 5 นาที



อุปกรณ์ที่เตรียมให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม



ด้วยอิทธิพลของลมพายุ ทำให้หลายจังหวัดเกิดฝนตกหนักต่อเนื่องเป็นเวลาหลายวัน จึงเกิดอุทกภัยในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะบริเวณที่มีสภาพเป็นพื้นที่รับน้ำ อีกทั้งบางพื้นที่ โคนน้ำป่าเข้าพื้นที่บ้าน ทำให้ที่พักอาศัยของชาวบ้านเสียหายเป็นจำนวนหลายครัวเรือน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ชาวบ้านไม่มีที่พักอาศัย ทางรัฐบาลจึงให้ความช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัยดังกล่าว ด้วยการจัดสรรงบประมาณในการสร้างที่พักอาศัยให้ใหม่ แต่ยังไม่มียุติบัตรบ้านตัวอย่าง จึงประกาศหาสถาปนิกออกแบบที่พักอาศัยในครั้งนี้

“ถ้านักเรียนเป็นสถาปนิกคนหนึ่งจะออกแบบบ้านอย่างไรให้กับชาวบ้านที่ประสบภัยเหล่านั้น โดยรัฐบาลให้ข้อมูลมาดังนี้ พื้นที่บ้านทั้งหมด 400 ตารางเมตร บ้านที่ออกแบบต้องสามารถอาศัยได้อย่างน้อย 3 คน พ่อ แม่ และลูก มีระบบไฟฟ้าที่พร้อมใช้งาน ประหยัดที่สุด และต้องมีห้องน้ำในตัวห้องนอนอย่างน้อย 1 ห้อง”

หมายเหตุ : ไฟ 1 ดวง สามารถส่องสว่างได้อย่างมาก 49 ตร.ชม. ในโมเดลบ้าน

มาตราส่วน 2 ซม. ต่อ 1 เมตร

- หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ศึกษาสถานการณ์ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนคำถามขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ของใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง Architect ให้เวลากลุ่มละ 5 นาที

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (30 นาที)

- นักเรียนร่วมกันปรึกษาหาข้อมูล แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่จะนำมาแก้ปัญหา จาก internet หรือผู้เชี่ยวชาญ พร้อมบันทึกลงใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง Architect ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นเวลา 30 นาที
- ครูอาจจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เช่น

คำถาม : นักเรียนจะใช้ความรู้เรื่องใดในวิชาใด เรื่องใด มาแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

แนวคำตอบ :

วิชาคณิตศาสตร์ ใช้ความรู้เรื่อง การคำนวณพื้นที่ การใช้มาตราส่วน

วิชาวิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้การต่อวงจรไฟฟ้า ประเภทต่างๆ ทั้งแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม

วิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ใช้ความรู้ศึกษาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือ

### ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (40 นาที)

จะเกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ได้แก่

“การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์”

- การทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์
- การแปลปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์”

“การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา”

- การคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้
  - การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม
  - การนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา
- หลังจากให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเรียบร้อยแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงเงื่อนไขของสถานการณ์ด้วย ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบวิธีการในการแก้ปัญหา ลงใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง Architect ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นเวลา 40 นาที
- ครูอธิบายการออกแบบลงใบกิจกรรม
1. ให้นักเรียนปรึกษากันภายในกลุ่มเพื่อออกแบบแปลนบ้าน โดยมาตราส่วน 0.5 ซม. ต่อ 1 เมตร
  2. ให้นักเรียนระบุส่วนประกอบต่างๆ อาทิ ขนาดของห้อง การใช้สอยการพื้นที่ภายในบ้าน พร้อมทั้งวางผังการต่อวงจรไฟฟ้าให้ครบถ้วน

### ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (10 นาที)

- เมื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหาสถานการณ์เรียบร้อยแล้ว ครูให้นักเรียนวางแผนการทำงาน โดยเขียนลำดับขั้นตอนการทำงานและลงมือสร้างโมเดลบ้านตัวอย่าง และการต่อวงจรไฟฟ้าตามแนวคิด และวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งใช้เวลาในการทำภายใน 30 นาที

### คาบที่ 3

ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา (50 นาที)

จะเกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ได้แก่

“การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์”

- การทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์

- การแปลปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์”

“การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา”

- การคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้

- การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม

- การนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบการ เปิด-ปิด ไฟฟ้า ในโมเดลบ้านที่สร้างขึ้น ให้สอดคล้องกับเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหา จากนั้นทำการปรับปรุงชิ้นงานจนมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดเมื่อนำเสนอในครั้งแรกเสร็จสิ้นแล้ว ให้แต่ละกลุ่มปรับปรุง หรือพัฒนาผลงานของตนเองจากข้อเสนอแนะของเพื่อนๆและคุณครูในการอภิปรายครั้งนี้

### คาบที่ 4

ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (50 นาที)

จะเกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ได้แก่

“การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์”

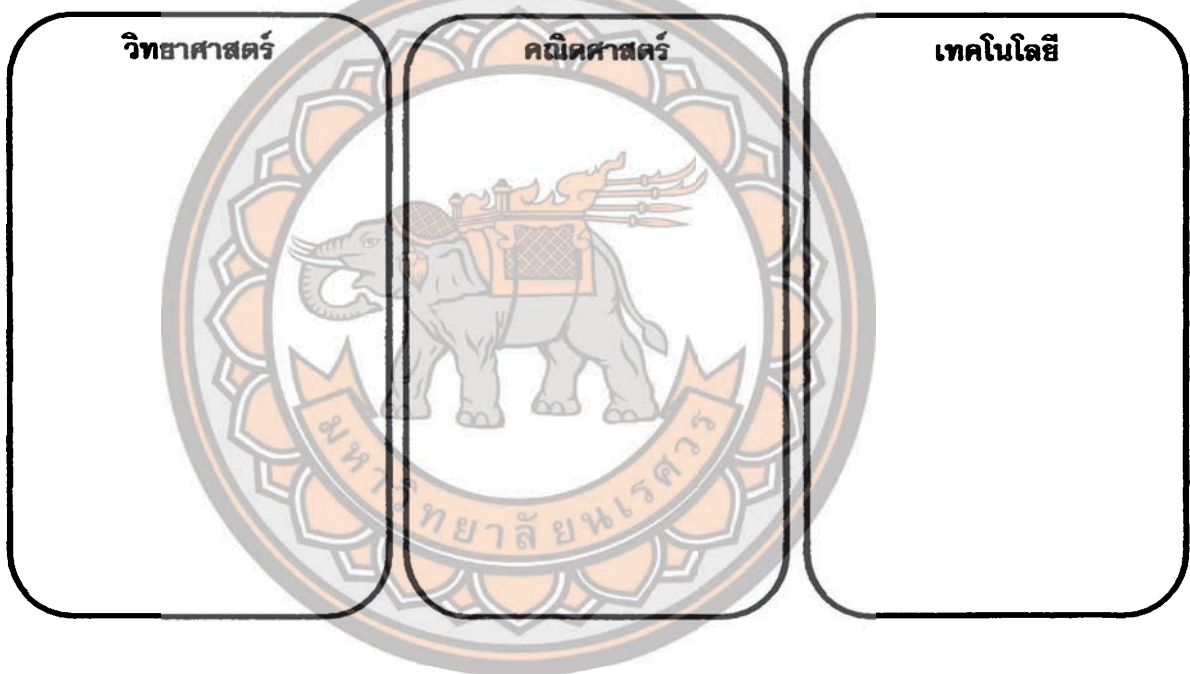
- ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับสู่บริบทในชีวิตจริง

- ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิต

- อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหา

- หลังจากที่ได้ปรับปรุงผลงาน จาก comment ของเพื่อนๆและคุณครู จนมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนออธิบายแนวทางการแก้ปัญหาสถานการณ์ (การออกแบบ) พร้อมทั้งบอกการนำความรู้วิชาใดใน STEM มาแก้ปัญหา
- นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการนำความรู้ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน ให้ร่วมกันวิเคราะห์เพื่อถอดความรู้ที่เกี่ยวข้องตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ลงใบกิจกรรมที่ 3 สถานการณ์ Architect ชั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงานโดยเขียนลงในแผนภาพต่อไปนี้

#### สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)



#### 8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 3 สถานการณ์ Architect
2. หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1
3. Internet

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้  
ความสำเร็จจากการจัดการเรียนรู้

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ปัญหา/อุปสรรคจากการจัดการเรียนรู้

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

แนวทางการปรับกิจกรรมการเรียนรู้

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ ..... ผู้สอน  
วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ.....

## 10. การวัดและประเมินผล

## รายการการประเมิน

รายการประเมิน	ร้อยละของคะแนน
ผลงาน	20
การบูรณาการความรู้	20
การออกแบบเชิงวิศวกรรม	20
ขั้นการออกแบบ	15
เวลาที่ใช้	10
นำเสนอผลงาน	15

## เกณฑ์การให้คะแนน

รายการ/ระดับ	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
ผลงาน (ร้อยละ20)	1. สำเร็จทั้งส่วน หน้าบ้าน และหลัง บ้าน	ผลงานที่นักเรียนแต่ ละกลุ่มสร้างชิ้นมี 2 ประเด็น	ชิ้นงานที่นักเรียนแต่ ละกลุ่มสร้างชิ้นมี 1 ประเด็น	ชิ้นงานที่นักเรียนแต่ ละกลุ่มสร้างชิ้นไม่มี มีตามประเด็นที่ กำหนด
	2. ตรงตามเงื่อนไข 3. มีการระบุสเกล มาตราส่วน และ พื้นที่ที่ใช้ไป			
การบูรณาการ (ร้อยละ20)	สามารถอธิบาย ความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยี ที่ นำมาใช้ในการ ออกแบบผลงานได้ อย่างชัดเจนและ ถูกต้องครบทั้ง 3 ด้าน	สามารถอธิบาย ความรู้ที่เกี่ยวข้อง กับการออกแบบ ผลงานได้อย่าง ชัดเจนและถูกต้อง 2 ด้าน	สามารถอธิบาย ความรู้ที่เกี่ยวข้อง กับการออกแบบ ผลงานได้อย่าง ชัดเจนและถูกต้อง เพียงด้านเดียว	ไม่สามารถอธิบาย ความรู้ที่เกี่ยวข้อง กับการออกแบบ ผลงานได้

รายการ/ระดับ	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)	
การออกแบบ เชิงวิศวกรรม (ร้อยละ20)	การใช้กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม มีการ สืบค้นข้อมูล และ แสดงถึงการใช้ ข้อมูลมาเป็น พื้นฐานการตัดสินใจ ในการออกแบบ	มีการใช้กระบวนการ การออกแบบเชิง วิศวกรรม มีการ สืบค้นข้อมูล แต่ ไม่ได้นำมาใช้เป็น พื้นฐานการ ตัดสินใจในการ ออกแบบ	มีการใช้กระบวนการ การออกแบบเชิง วิศวกรรมแต่ขาด การสืบค้นข้อมูล	ขาดการใช้กระบวนการ การออกแบบเชิง วิศวกรรม	
	ชั้นการ ออกแบบ (ร้อยละ15)	1. มีการวาดรูป ออกมาชัดเจน	มีการระบุขั้นตอน การออกแบบ 2 ประเด็น	มีการระบุขั้นตอน การออกแบบ 1 ประเด็น	ไม่มีการระบุขั้นตอน การออกแบบตาม ประเด็นที่กำหนด
		2. มีตรงตามเงื่อนไข พื้นที่ที่ใช้ไป			
		3. มีการระบุสเกล มาตราส่วน และ พื้นที่ที่ใช้ไป			
เวลาที่ใช้ (ร้อยละ10)	ไม่เกิน 30 นาที	31-40 นาที	41-50 นาที	เกิน 50 นาที	
นำเสนอ ผลงาน (ร้อยละ15)	1. สามารถนำเสนอ ผลงานได้อย่าง น่าสนใจ	นักเรียนมีการระบุ การนำเสนอผลงาน 2 ประเด็น	นักเรียนมีการระบุ การนำเสนอผลงาน 1 ประเด็น	นักเรียนไม่มีการ ระบุการนำเสนอ ผลงาน	
	2. มีการอธิบาย แนวคิดหรือความรู้ ในการสร้างผลงาน				
	3. อธิบายเหตุผลใน การเลือกใช้วัสดุ ต่างๆได้				



## แบบบันทึกคะแนน

รายวิชา คณิตศาสตร์เสริมทักษะ ค 20205  
เรื่อง การคำนวณพื้นที่

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
ชื่อกิจกรรม Architect

คำชี้แจง ให้ผู้วิจัยใส่ระดับคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนนตามความเป็นจริง

กลุ่มที่	ระดับคะแนนของแต่ละรายการที่ประเมิน						คะแนนรวม 100 คะแนน
	ผลงาน (ร้อยละ20)	การบูรณาการ (ร้อยละ20)	การออกแบบเชิงวิศวกรรม (ร้อยละ20)	ชิ้นการออกแบบ (ร้อยละ15)	เวลาที่ใช้ (ร้อยละ10)	นำเสนอผลงาน (ร้อยละ15)	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

**แบบประเมินความรู้อิง**

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา เรื่องการคำนวณ  
พื้นที่ ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ชื่อกิจกรรม .....

ชื่อกลุ่ม .....

คำชี้แจง ให้ผู้บันทึกข้อมูลตรวจใบกิจกรรม ตามแนวสะเต็มศึกษา แล้วเขียนบันทึกในประเด็น  
ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่	ชื่อกลุ่ม	รายการประเมิน								
		คณิตศาสตร์	ผ่าน	ไม่ผ่าน	วิทยาศาสตร์	ผ่าน	ไม่ผ่าน	เทคโนโลยี	ผ่าน	ไม่ผ่าน

- เกณฑ์การตัดสิน/ระดับคุณภาพ**
- 4      คะแนน หมายถึง ดีมาก
  - 3      คะแนน หมายถึง ดี
  - 2      คะแนน หมายถึง พอใช้
  - 1      คะแนน หมายถึง น้อย
  - 0      คะแนน หมายถึง ปรับปรุง
- เกณฑ์การผ่าน : ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป

**เกณฑ์การวัดและประเมินความรู้**  
**รายวิชา ค20205 คณิตศาสตร์เสริมทักษะ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**  
**เรื่อง การคำนวณพื้นที่ เวลาเรียน 4 คาบ**

ประเด็น การประเมิน	ระดับคะแนน				
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1(น้อย)	0
<b>คณิตศาสตร์</b>	สามารถนำความรู้	สามารถนำ	สามารถนำ	สามารถนำ	ไม่สามารถนำ
	การหาพื้นที่ไปใช้	ความรู้การหา	ความรู้การหา	ความรู้การหา	ความรู้การหา
	แก้ปัญหาได้อย่าง	พื้นที่ไปใช้	พื้นที่ไปใช้	พื้นที่ไปใช้	พื้นที่ไปใช้
	เหมาะสม ถูกต้อง	แก้ปัญหาได้อย่าง	แก้ปัญหาได้อย่าง	แก้ปัญหาได้อย่าง	แก้ปัญหาได้อย่าง
	ทั้งหมด	เหมาะสม ถูกต้อง	เหมาะสม ถูกต้อง	เหมาะสม ถูกต้อง	เหมาะสม ถูกต้อง
		เป็นส่วนใหญ่	บางส่วน	เป็นส่วนน้อย	ทั้งหมด
<b>วิทยาศาสตร์</b>	สามารถนำความรู้	สามารถนำความรู้	สามารถนำความรู้	สามารถนำความรู้	ไม่สามารถนำ
	ทางวิทยาศาสตร์	ทางวิทยาศาสตร์	ทางวิทยาศาสตร์	ทางวิทยาศาสตร์	ความรู้ทาง
	ในการแก้ปัญหาได้	ในการแก้ปัญหาได้	ในการแก้ปัญหาได้	ในการแก้ปัญหาได้	วิทยาศาสตร์ ใน
	อย่างเหมาะสม	อย่างเหมาะสม	อย่างเหมาะสม	อย่างเหมาะสม	การแก้ปัญหาได้
	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องเป็นส่ว	ถูกต้องบางส่วน	ถูกต้องเป็นส่ว	อย่างเหมาะสม
	ใหญ่		น้อย	ถูกต้องทั้งหมด	
<b>เทคโนโลยี</b>	สามารถออกแบบ	สามารถออกแบบ	สามารถออกแบบ	สามารถออกแบบ	ไม่สามารถ
	วิธีการแก้ปัญหาได้	วิธีการแก้ปัญหา	วิธีการแก้ปัญหา	วิธีการแก้ปัญหา	ออกแบบวิธีการ
	และตอบสนองต่อ	ได้และตอบสนอง	ได้และตอบสนอง	ได้และตอบสนอง	แก้ปัญหาได้
	เงื่อนไขทุกข้อของ	ต่อเงื่อนไขเกือบ	ต่อเงื่อนไข	ต่อเงื่อนไขน้อยข้อ	
	สถานการณ์ปัญหา	ทุกข้อของ	บางส่วนของ	ของสถานการณ์	
	สถานการณ์	สถานการณ์	ปัญหา		
	ปัญหา	ปัญหา			

### แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา เรื่องการคำนวณ  
พื้นที่ ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ชื่อกิจกรรม .....

ชื่อกลุ่ม .....

คำชี้แจง ให้ผู้บันทึกข้อมูลตรวจใบกิจกรรม ตามแนวสะเต็มศึกษา แล้วเขียนบันทึกในประเด็น  
ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่	ชื่อกลุ่ม	รายการประเมิน					รวม	ผลการประเมิน	
		การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร	การเชื่อมโยง	ความคิดสร้างสรรค์		ผ่าน	ไม่ผ่าน

#### เกณฑ์การตัดสิน/ระดับคุณภาพ

- คะแนน 19-24 หมายถึง ดีมาก
- คะแนน 13-18 หมายถึง ดี
- คะแนน 7-12 หมายถึง พอใช้
- คะแนน 1-6 หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน : ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป

เกณฑ์การวัดและประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์  
รายวิชา ค20205 คณิตศาสตร์เสริมทักษะ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
เรื่อง การคำนวณพื้นที่ เวลาเรียน 4 คาบ

ประเด็น การประเมิน	ระดับคะแนน				น้ำ หนัก	รวม
	4	3	2	1		
การแก้ปัญหา (ตรวจจากรันที่ 3.5 และ 6 ของใบกิจกรรม)	สามารถใช้ความรู้ คณิตศาสตร์ใน การแก้ปัญหาได้ อย่างถูกต้อง ทั้งหมด	สามารถใช้ความรู้ คณิตศาสตร์ใน การแก้ปัญหาได้ อย่างถูกต้องเป็น ส่วนใหญ่	สามารถใช้ความรู้ คณิตศาสตร์ใน การแก้ปัญหาได้ อย่างน้อย	ไม่สามารถใช้ ความรู้ คณิตศาสตร์ใน การแก้ปัญหาได้ อย่างถูกต้อง	2	8
การให้เหตุผล (ตรวจจากรันที่ 3.5 และ 6 ของใบกิจกรรม)	มีร่องรอยการ ออกแบบชิ้นงาน โดยแสดงความรู้ คณิตศาสตร์ที่ใช้ ในการแก้ปัญหา ให้เห็นทั้งหมด	มีร่องรอยการ ออกแบบชิ้นงาน โดยแสดงความรู้ คณิตศาสตร์ที่ใช้ ในการแก้ปัญหา ให้เห็นส่วนใหญ่	มีร่องรอยการ ออกแบบชิ้นงาน โดยแสดงความรู้ คณิตศาสตร์ที่ใช้ ในการแก้ปัญหา ให้เห็นส่วนน้อย	ไม่มีร่องรอยการ ออกแบบชิ้นงาน โดยแสดงความรู้ คณิตศาสตร์ที่ใช้ ในการแก้ปัญหา ให้เห็น	2	8
การสื่อสาร/ ความหมาย (ตรวจจากรันที่ 3.5 และ 6 ของใบกิจกรรม)	ใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ได้ ถูกต้องทั้งหมด	ใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ได้ ถูกต้องเป็นส่วน ใหญ่	ใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ได้ ถูกต้องเป็นส่วน น้อย	ใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ได้ไม่ ถูกต้องทั้งหมด	2	8
เชื่อมโยง (ตรวจจากรันที่ 2, 3, 5 และ 6 ของใบกิจกรรม)	มีการเชื่อมโยง ความรู้อย่างน้อย 4 สาขา	มีการเชื่อมโยง ความรู้ 3 สาขา	มีการเชื่อมโยง ความรู้ 2 สาขา	มีการเชื่อมโยง ความรู้ 1 สาขา	2	8
ความคิด สร้างสรรค์ (ตรวจจากรันที่ 3.5 และ 6 ของใบกิจกรรม)	มีแนวคิดหรือวิธี การที่แปลกใหม่ ที่สามารถนำไป ปฏิบัติได้อย่าง ถูกต้อง	มีแนวคิดหรือวิธี การที่แปลกใหม่ที่ สามารถนำไป ปฏิบัติได้อย่าง ถูกต้องบางส่วน	มีแนวคิดหรือ วิธีการที่ไม่แปลก ใหม่ และยังไม่ สามารถนำไป ปฏิบัติได้อย่าง ถูกต้อง	ไม่มีแนวคิดหรือ วิธีการที่ไม่แปลก ใหม่ และยังไม่ สามารถนำไป ปฏิบัติได้	2	8
<b>คะแนนรวม</b>						<b>40</b>



**เกณฑ์การวัดและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์**  
**รายวิชา ค20205 คณิตศาสตร์เสริมทักษะ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**  
**เรื่อง การคำนวณพื้นที่ เวลาเรียน 4 คาบ**

ประเด็น การประเมิน	ระดับคะแนน				น้ำ หนัก	รวม
	4	3	2	1		
มีวินัย	ปฏิบัติตามข้อ ตกลงของกฎ ระเบียบข้อบังคับ และรับผิดชอบ	ปฏิบัติตามข้อ ตกลงของกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ และ	ปฏิบัติตามข้อ ตกลงของกฎ ระเบียบข้อบังคับ และรับผิดชอบ	ปฏิบัติตามข้อ ตกลงของกฎ ระเบียบข้อบังคับ และรับผิดชอบ	2	8
	การทำงานด้วย ตนเอง	รับผิดชอบการ ทำงานด้วย ตนเองบ่อยครั้ง	การทำงานด้วย ตนเองบางครั้ง	การทำงานด้วย ตนเองน้อยครั้ง		
	เข้าเรียนตรงเวลา	เข้าเรียนตรง เวลา ตั้งใจเรียน	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจ ใส่ มีความขยัน	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจ ใส่ มีความขยัน		
	ตั้งใจเรียน เอาใจ ใส่ มีความขยัน	เอาใจใส่ มีความ ขยัน	ตั้งใจเรียน เอาใจ ใส่ มีความขยัน	ตั้งใจเรียน เอาใจ ใส่ มีความขยัน		
	หมั่นเพียร และมี ส่วนร่วมในการ เรียนรู้ทุกครั้ง	หมั่นเพียร และมี ส่วนร่วมในการ เรียนรู้บ่อยครั้ง	หมั่นเพียร และมี ส่วนร่วมในการ เรียนรู้บางครั้ง	หมั่นเพียร และมี ส่วนร่วมในการ เรียนรู้บ่อยครั้ง		
มุ่งมั่นในการ ทำงาน	ตั้งใจทำงานด้วย ความมุ่งมั่น พยายาม อดทน	ตั้งใจทำงานด้วย ความมุ่งมั่น พยายาม อดทน	ตั้งใจทำงานด้วย ความมุ่งมั่น พยายาม อดทน	ตั้งใจทำงานด้วย ความมุ่งมั่น พยายาม อดทน	2	8
	งานเสร็จตามเป้า หมายเป็นแบบ อย่างได้ทุกครั้ง	งานเสร็จตาม เป้า หมายเป็นแบบ อย่างได้บ่อยครั้ง	งานเสร็จตามเป้า หมายเป็นแบบ อย่างได้บางครั้ง	งานเสร็จตามเป้า หมายเป็นแบบ อย่างได้น้อยครั้ง		
	ตั้งใจทำงานด้วย ความมุ่งมั่น	ตั้งใจทำงานด้วย ความมุ่งมั่น	ตั้งใจทำงานด้วย ความมุ่งมั่น	ตั้งใจทำงานด้วย ความมุ่งมั่น		
	พยายาม อดทน	พยายาม อดทน	พยายาม อดทน	พยายาม อดทน		
	งานเสร็จตามเป้า หมายเป็นแบบ อย่างได้ทุกครั้ง	งานเสร็จตาม เป้า หมายเป็นแบบ อย่างได้บ่อยครั้ง	งานเสร็จตามเป้า หมายเป็นแบบ อย่างได้บางครั้ง	งานเสร็จตามเป้า หมายเป็นแบบ อย่างได้น้อยครั้ง		
<b>คะแนนรวม</b>						<b>24</b>

### แบบประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy)

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา เรื่องการคำนวณ  
พื้นที่ ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ชื่อกิจกรรม .....

ชื่อกลุ่ม .....

คำชี้แจง ให้ผู้บันทึกข้อมูลตรวจใบกิจกรรม ตามแนวสะเต็มศึกษา แล้วเขียนบันทึกในประเด็น  
ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่	ชื่อกลุ่ม	รายการประเมิน			รวม	ผลการประเมิน	
		การคิดสถานการณ์	การใช้หลักการและ	การตีความและ		ผ่าน	ไม่ผ่าน

#### เกณฑ์การตัดสิน/ระดับคุณภาพ

- คะแนน 28-36 หมายถึง ดีมาก
- คะแนน 19-27 หมายถึง ดี
- คะแนน 9-18 หมายถึง พอใช้
- คะแนน 1-8 หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน : ตั้งแต่ระดับพอใช้ขึ้นไป



เกณฑ์การวัดและประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy)

รายวิชา ค20205 คณิตศาสตร์เสริมทักษะ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง การคำนวณพื้นที่ เวลาเรียน 4 คาบ

ประเด็น การประเมิน	ระดับคะแนน				น้ำหนัก	รวม
	3	2	1	0		
การคิดสถานการณ์ ของปัญหาในเชิง คณิตศาสตร์	แปลปัญหาให้ อยู่ในรูปของ ภาษาทาง คณิตศาสตร์	ทำสถานการณ์ หรือปัญหาให้อยู่ ในรูปร่างง่าย เพื่อทำให้การ วิเคราะห์ทาง คณิตศาสตร์ง่าย ขึ้น	ระบุประเด็นทาง คณิตศาสตร์ของ ปัญหาในชีวิต จริง	ไม่สามารถคิด สถานการณ์ของ ปัญหาในเชิง คณิตศาสตร์ได้ทั้ง 3 ประเด็น	4	12
	ตรวจจากใบกิจกรรม	ชั้นที่ 3 หรือ 5	ชั้นที่ 3 หรือ 5	ชั้นที่ 1	-	
การใช้หลักการและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ในการ แก้ปัญหา	แปลปัญหาให้ อยู่ในรูปของ ภาษาทาง คณิตศาสตร์	ทำสถานการณ์ หรือปัญหาให้อยู่ ในรูปร่างง่าย เพื่อทำให้การ วิเคราะห์ทาง คณิตศาสตร์ง่าย ขึ้น	ระบุประเด็นทาง คณิตศาสตร์ของ ปัญหาในชีวิต จริง	ไม่สามารถใช้ หลักการและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ใน การแก้ปัญหาได้ ทั้ง 3 ประเด็น	4	12
	ตรวจจากใบกิจกรรม	ชั้นที่ 3 และ 5	ชั้นที่ 3 และ 5	ชั้นที่ 3 และ 5	-	
การตีความและ ประเมินผลลัพธ์ทาง คณิตศาสตร์	อธิบายความ สมเหตุสมผลของ ผลลัพธ์หรือ ข้อสรุปทาง คณิตศาสตร์กับ บริบทของปัญหา	ประเมินความ เป็นเหตุเป็นผล ของวิธีแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ในบริบทของ ปัญหาชีวิต	ตีความผลลัพธ์ ทางคณิตศาสตร์ กลับไปสู่บริบท ในชีวิตจริง	ไม่สามารถการ ตีความและ ประเมินผลลัพธ์ ทางคณิตศาสตร์ ได้ทั้ง 3 ประเด็น	4	12
	ตรวจจากใบกิจกรรม	ชั้นที่ 6	ชั้นที่ 6	ชั้นที่ 6	-	
<b>คะแนนรวม</b>					<b>12</b>	<b>36</b>



3. ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบจากการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยตามแนวทางของสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

5. ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ ..... ผู้สะท้อนความคิด  
(.....)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ตัวอย่างใบกิจกรรม



ใบกิจกรรมที่ 3

# Architect



คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา อภิปรายและตอบคำถามต่อไปนี้



อุปกรณ์ที่เตรียมให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

ด้วยอิทธิพลของลมพายุ ทำให้หลายจังหวัดเกิดฝนตกหนักต่อเนื่องเป็นเวลาหลายวัน จึงเกิดอุทกภัยในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะบริเวณที่มีสภาพเป็นพื้นที่รับน้ำ อีกทั้งบนพื้นที่ โดมน้ำป่าเข้าพื้นที่บ้าน ทำให้ที่พักอาศัยของชาวบ้านเสียหายเป็นจำนวนหลายครัวเรือน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ชาวบ้านไม่มีที่พักอาศัย การรัฐบาลจึงให้ความช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัยดังกล่าว ด้วยการจัดสรรงบประมาณในการสร้างที่พักอาศัยให้ใหม่ แต่ยังมีมีโมเดลบ้านตัวอย่าง จึงประกาศหาสถาปนิกออกแบบที่พักอาศัยใบครั้งนี้

“ถ้านักเรียนเป็นสถาปนิกคนหนึ่งจะออกแบบบ้านอย่างไรให้กับชาวบ้านที่ประสบภัยเหล่านั้น โดยรัฐบาลให้ข้อมูลมาดังนี้ พื้นที่บ้านทั้งหมด 400 ตารางเมตร บ้านที่ออกแบบ ต้องสามารถอาศัยได้อย่างน้อย 3 คน พ่อ แม่ และลูก มีระบบไฟฟ้าที่พร้อมใช้งาน ประหยัดที่สุด และต้องมีห้องน้ำในตัวห้องนอนอย่างน้อย 1 ห้อง ”

หมายเหตุ : ไฟ 1 ดวง สามารถส่องสว่างได้อย่างมาก 49 ตร.ซม. ในโมเดลบ้าน  
มาตราส่วน 2 ซม. ต่อ 1 เมตร





## 1. ขั้นระบุปัญหา

เวลา 10 นาที

1. จากสถานการณ์ดังกล่าว ปัญหา หรือ เมื่อนไข คือ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## 2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

เวลา 30 นาที

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับการออกแบบบ้าน และการต่อวงจรไฟฟ้า

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





### 3. ขั้วออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

เวลา 40 นาที

1. ให้นักเรียนปรึกษากันภายในกลุ่มเพื่อออกแบบแปลนบ้าน โดยมาตราส่วน 0.5 ซม. ต่อ 1 เมตร
2. ให้นักเรียนระบุส่วนประกอบต่างๆ อาทิ ขนาดของห้อง การใช้สอยการพื้นที่ภายในบ้าน พร้อมทั้งวางผังการต่อวงจรไฟฟ้าให้ครบถ้วน



# แบบการต่อวงจรไฟฟ้า





#### 4. ขั้ววางแผนและดำเนินการ

เวลา 10 นาที

1. ให้นักเรียนวางแผนการทำงาน โดยเขียนลำดับขั้นตอนการทำงานและลงมือสร้างโมเดลบ้านตัวอย่าง และการต่อวงจรไฟฟ้าตามแนวคิด และวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งใช้เวลาในการทำภายใน 30 นาที

#### ลำดับขั้นตอนปฏิบัติทำงาน







## 5. ขั้บทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

เวลา 50 นาที

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบการ เปิด-ปิด ไฟฟ้า ในโมเดลบ้านที่สร้างขึ้น ให้สอดคล้องกับเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหา จากนั้นทำการปรับปรุงชิ้นงานจนมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด





## 6. ชี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

เวลา 50 นาที

1. หลังจากที่ได้ปรับปรุงผลงานจนมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมา นำเสนออธิบายแนวทางการแก้ปัญหา พร้อมทั้งบอกการนำความรู้วิชาใดใน STEM มาแก้ปัญหา
2. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการนำความรู้ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน ให้ร่วมกันวิเคราะห์เพื่อถอดความรู้ที่เกี่ยวข้องตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเขียนลงในแผนภาพต่อไปนี้

# STEM EDUCATION

วิทยาศาสตร์

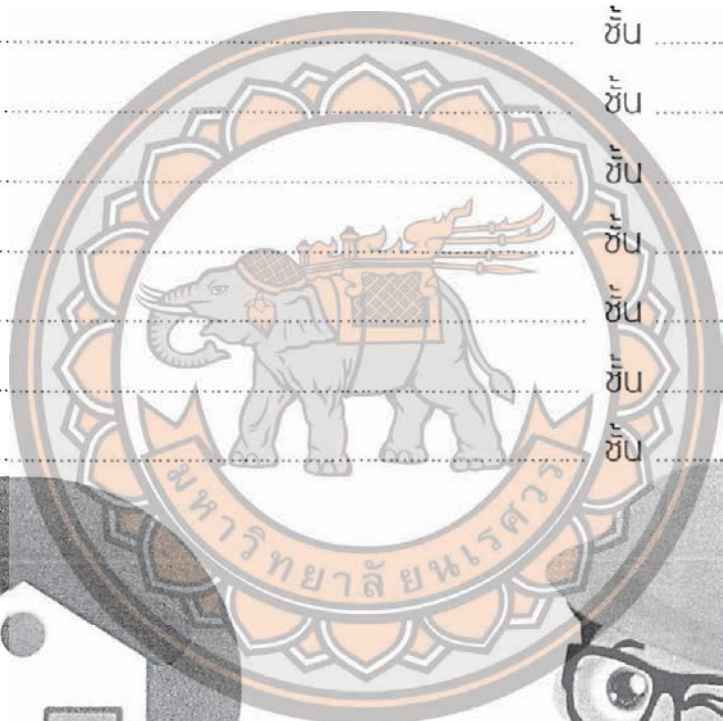
คณิตศาสตร์

เทคโนโลยี

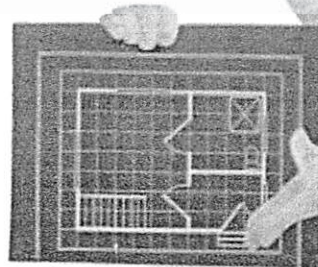


### รายชื่อสมาชิก

- 1. .... ชั้น ..... เลขที่ .....
- 2. .... ชั้น ..... เลขที่ .....
- 3. .... ชั้น ..... เลขที่ .....
- 4. .... ชั้น ..... เลขที่ .....
- 5. .... ชั้น ..... เลขที่ .....
- 6. .... ชั้น ..... เลขที่ .....
- 7. .... ชั้น ..... เลขที่ .....
- 8. .... ชั้น ..... เลขที่ .....
- 9. .... ชั้น ..... เลขที่ .....
- 10. .... ชั้น ..... เลขที่ .....
- 11. .... ชั้น ..... เลขที่ .....
- 12. .... ชั้น ..... เลขที่ .....



**Architect**



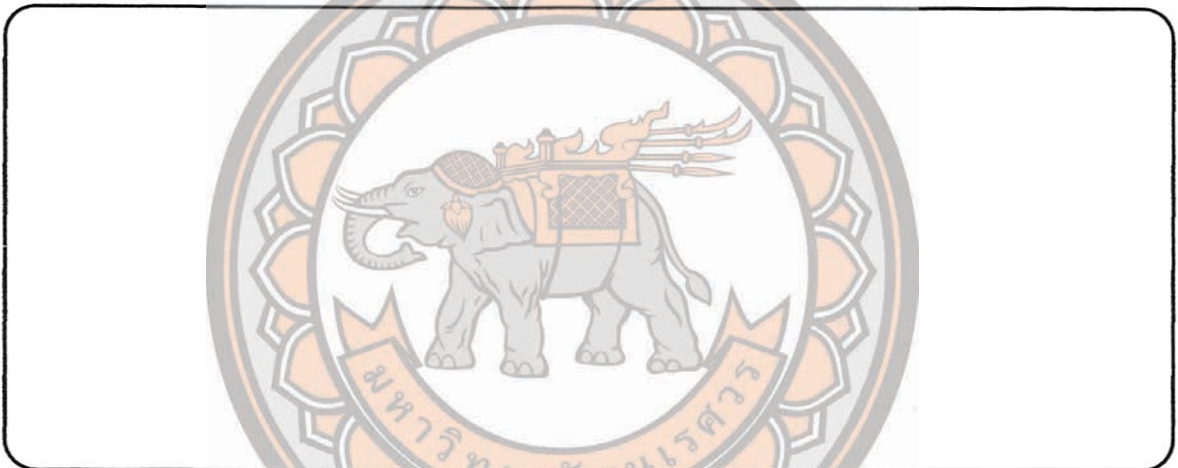
ตัวอย่างแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (สถานการณ์ : สวนสาธารณะ)

## สวนสาธารณะ

สวนสาธารณะแห่งหนึ่งเป็นรูปครึ่งวงกลม วัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ยาว 20 เมตร ต้องการทำทางเดินภายในโดยรอบให้มีความกว้าง 3 เมตร ตลอดทั้งทางเดิน พื้นที่ที่เหลือจะปลูกไม้ประดับ นักเรียนคิดว่า จะเหลือพื้นที่สำหรับปลูกไม้ประดับประมาณเท่าใด

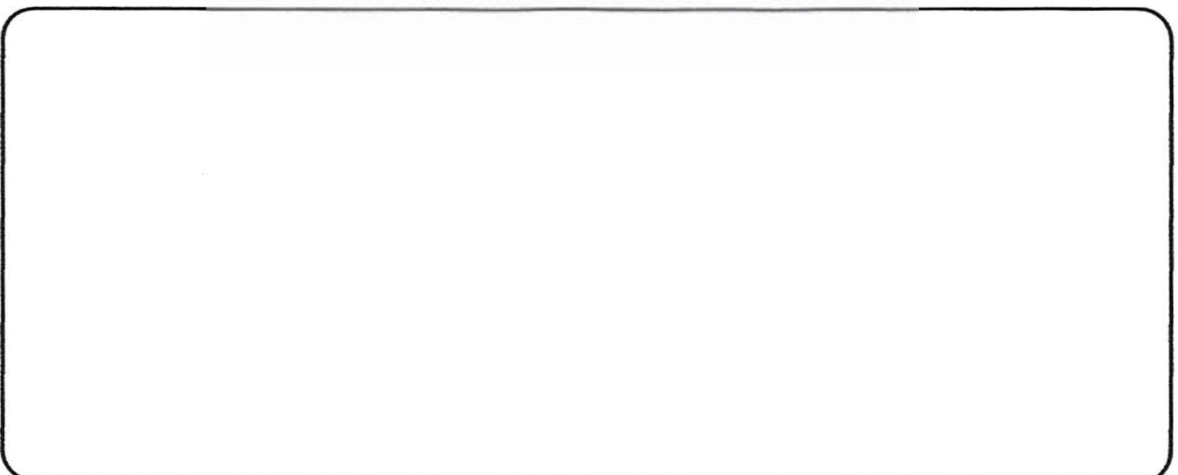
คำถามที่ 1 จงทำสถานการณ์ที่กำหนดให้ ให้อยู่ในรูปเชิงคณิตศาสตร์

(วาดภาพและระบุข้อมูลต่างๆจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในรูปคณิตศาสตร์)



คำถามที่ 2 จงแสดงการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

(แสดงการคำนวณในแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้)



คำถามที่ 3 จงตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

(อธิบายเพิ่มเติมจากผลลัพธ์ของการคำนวณในคำถามข้อที่ 2 เพื่อตอบคำถาม  
สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้)



